

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6033807号
(P6033807)

(45) 発行日 平成28年11月30日 (2016.11.30)

(24) 登録日 平成28年11月4日 (2016.11.4)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 7 D 27/00 (2010.01)

F 2 7 D 27/00

F 2 7 B 3/08 (2006.01)

F 2 7 B 3/08

F 2 7 D 3/14 (2006.01)

F 2 7 D 3/14

Z

B 2 2 D 35/00 (2006.01)

B 2 2 D 35/00

C

B 2 2 D 27/02 (2006.01)

B 2 2 D 27/02

V

請求項の数 34 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2014-66995 (P2014-66995)
 (22) 出願日 平成26年3月27日 (2014.3.27)
 (65) 公開番号 特開2015-190661 (P2015-190661A)
 (43) 公開日 平成27年11月2日 (2015.11.2)
 審査請求日 平成28年6月28日 (2016.6.28)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 593059223
 高橋 謙三
 千葉県松戸市六高台9丁目149番地
 (74) 代理人 100117787
 弁理士 勝沼 宏仁
 (74) 代理人 100082991
 弁理士 佐藤 泰和
 (74) 代理人 100103263
 弁理士 川崎 康
 (74) 代理人 100107582
 弁理士 関根 毅
 (72) 発明者 高 橋 謙 三
 千葉県松戸市六高台9丁目149番地

審査官 田口 裕健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属溶湯攪拌装置及び金属溶湯移送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導電性の金属の溶湯を収納する収納室を有する炉本体と、

前記炉本体内の溶湯を駆動して攪拌するための回転可能な回転移動磁界装置本体と、
を備え、

前記回転移動磁界装置本体は永久磁石を有し、前記回転移動磁界装置本体の回転に伴って、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力／入力磁力線が前記溶湯を貫通した状態で移動し、この移動により生じる渦電流により前記溶湯を駆動する第1の電磁力を生じさせ、

前記炉本体は、前記溶湯を介して電流を流し得る少なくとも一対の電極を有し、前記一対の電極は、前記収納室内の、前記一対の電極間に流れる電流と前記出力／入力磁力線が交差して前記第1の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する第2の電磁力を生じさせる位置に設けられており、

前記第1の電磁力と前記第2の電磁力との合成駆動力によって前記収納室内の前記溶湯を駆動攪拌するようにした、

ことを特徴とする金属溶湯攪拌装置。

【請求項 2】

前記一対の電極は高さ方向に沿った縦向きに所定の間隔で設けられており、前記回転移動磁界装置本体は縦向きの軸線の回りに回転可能に設けられている、ことを特徴とする請求項1に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 3】

前記一对の電極は高さ方向と交差する横向きに所定の間隔で設けられており、前記回転移動磁界装置本体は横向きの軸線の回りに回転可能に設けられている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 4】

前記回転移動磁界装置本体は、1 又は複数の前記永久磁石を備え、高さ方向に沿った縦向きの軸線又は高さ方向と交差する横向きの軸線の回りに同一の磁極が並んでいる、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 5】

前記回転移動磁界装置本体は、1 又は複数の前記永久磁石を備え、高さ方向に沿った縦向きの軸線又は高さ方向と交差する横向きの軸線の回りに異なる磁極が交互に並んでいる、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の金属溶湯攪拌装置。

10

【請求項 6】

複数の前記永久磁石を備え、複数の前記永久磁石を前記縦の軸線又は前記横の軸線の回りに配列したことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の 1 つに記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 7】

第 1 組と第 2 組の 2 組の前記一对の電極を備え、前記第 1 組の前記一对の電極は高さ方向に沿った縦向きに所定の間隔で設けられており、前記第 2 組の前記一对の電極は高さ方向と交差する横向きに所定の間隔で設けられており、

前記回転移動磁界装置本体は、縦向きの軸線の回りに回転可能に設けられる第 1 設置位置と、横向きの軸線の回りに回転可能に設けられる第 2 設置位置と、を切り替え可能に採り得る、

20

ことを特徴とする請求項 1 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 8】

前記一对の電極は高さ方向に沿った縦向きに所定の間隔で設けられており、前記回転移動磁界装置本体は高さ方向と交差する横向きの軸線の回りに回転可能に設けられている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 9】

前記回転移動磁界装置本体は、1 又は複数の前記永久磁石を備え、前記横向きの軸線の回りに同一の磁極が並んでいる、ことを特徴とする請求項 8 に記載の金属溶湯攪拌装置。

30

【請求項 10】

前記回転移動磁界装置本体は、1 又は複数の前記永久磁石を備え、前記横向きの軸線の回りに異なる磁極が交互に並んでいる、ことを特徴とする請求項 8 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 11】

前記一对の電極間に直流電流を流す電源装置が接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 12】

前記一对の電極間に交流電流を流す電源装置が接続され、前記交流電流の周期は、前記回転移動磁界装置本体における前記異なる磁極の回転周期との関係で制御され、前記第 1 の電磁力を同じ方向に前記溶湯を駆動するものとする、ことを特徴とする請求項 5 に記載の金属溶湯攪拌装置。

40

【請求項 13】

導電性の金属の溶湯を収納する収納室を有する炉本体を含むメインバス部と、
前記炉本体内の溶湯を駆動して攪拌するための攪拌部と、
を備え、

前記攪拌部は、前記炉本体内の前記溶湯を流出させその後に前記炉本体内に流入させる循環用の溶湯通路を有する通路部材と、前記溶湯通路内の前記溶湯を駆動する第 1 の電磁力を生じさせる回転可能な回転移動磁界装置本体と、を備え、

前記回転移動磁界装置本体は永久磁石を備えるものとして構成され、

50

前記炉本体は側壁に穿けた溶湯流出口と溶湯流入口を有し、前記溶湯流出口と前記溶湯流入口は、前記通路部材を介して、前記炉本体から流出した溶湯が前記溶湯通路を通して前記炉本体に流入する環流を許容するように連通され、

前記回転移動磁界装置本体は前記通路部材の外部に設けられており、高さ方向に沿った縦軸の回りに回転可能とされ、前記回転移動磁界装置本体の回転に伴って、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力／入力磁力線が前記溶湯通路内の前記溶湯を貫通した状態で移動し、この移動により生じる渦電流により前記第１の電磁力を生じさせ、前記第１の電磁力により前記溶湯を前記溶湯通路内で前記溶湯流出口から前記溶湯流入口に向かうように駆動し、

前記通路部材の前記溶湯通路内に、少なくとも一対の電極を、前記一対の電極間に前記溶湯を介して電流が流れ得るように、設け、

前記一対の電極は、前記溶湯通路内の、前記一対の電極間に流れる電流と前記出力／入力磁力線とが交差して前記第１の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する第２の電磁力を生じさせる位置に、設けられており、

前記第１の電磁力と前記第２の電磁力との合成駆動力によって前記溶湯通路内の前記溶湯を前記溶湯流出口に向けて駆動して、前記収納室内の溶湯を駆動するようにした、

ことを特徴とする金属溶湯攪拌装置。

【請求項１４】

前記回転移動磁界装置本体は、１又は複数の前記永久磁石を備え、高さ方向に沿った縦向きの軸線の回りに同一の磁極が並んでいる、ことを特徴とする請求項１３記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項１５】

前記回転移動磁界装置本体は、１又は複数の前記永久磁石を備え、高さ方向に沿った縦向きの軸線の回りに異なる磁極が交互に並んでいる、ことを特徴とする請求項１３記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項１６】

前記一対の電極間に直流電流を流す電源装置が接続されていることを特徴とする請求項１４に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項１７】

前記一対の電極間に交流電流を流す電源装置が接続され、前記交流電流の周期は、前記回転移動磁界装置本体における前記異なる磁極の回転周期との関係で制御され、前記異なる磁極が回転しても前記第１の電磁力を同じ方向に前記溶湯を駆動するものとする、ことを特徴とする請求項１５に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項１８】

導電性の金属の溶湯を収納する収納室を有する炉本体を含むメインバス部と、溶湯を収納する攪拌室を有する攪拌炉と前記攪拌室内の溶湯を駆動する回転可能な回転移動磁界装置本体とを有し、前記回転移動磁界装置本体は永久磁石を有する、攪拌部と、を備え、

前記収納室と前記攪拌室とを開口によって連通させ、

前記攪拌室の内部に仕切板を上下方向に沿った縦向きに立設し、前記仕切板によって前記開口を第１開口と第２開口に区画すると共に、前記攪拌室を前記第１開口に繋がる第１の室と前記第２開口に繋がる第２の室に区画し、

前記仕切板の後端と前記攪拌部における側壁の内面との間に隙間を設けて、前記隙間によって前記第１の室と前記第２の室とを連通させ、

前記攪拌室の外部の下方又は上方に前記回転移動磁界装置本体を上下方向に沿った縦向きの軸線の回りに回転可能に設け、前記回転移動磁界装置本体の回転により、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力／入力磁力線を前記攪拌部内の溶湯を貫通した状態で移動させ、これにより生じる渦電流により第１の電磁力を生じさせ、前記第１の電磁力により前記溶湯を前記第１の室から前記隙間を通して前記第２の室へ向かうように駆動し、

10

20

30

40

50

さらに、一対の電極を、前記攪拌室内における、前記一対の電極間に流れる電流と前記永久磁石からの磁力線とが交差して、前記第 1 の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する、第 2 の電磁力を生じさせる位置に、設け、

前記第 1 の電磁力と前記第 2 の電磁力との合成駆動力によって、前記第 1 の室内の溶湯を前記隙間を介して前記第 2 の室へ向かわせ、前記第 2 開口から前記収納室へ流入させて、前記収納室内の溶湯を駆動するようにした、

ことを特徴とする金属溶湯攪拌装置。

【請求項 19】

前記一対の電極の一方の電極を前記仕切板の前記後端に設け、他方の電極を前記攪拌部の前記攪拌室の内側に設けて、前記一方の電極と前記他方の電極とが横向きに対向するようにした、ことを特徴とする請求項 18 に記載の金属溶湯攪拌装置。

10

【請求項 20】

前記他方の電極の複数を前記攪拌室の内側に設けたことを特徴とする請求項 19 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 21】

前記炉本体を構成する第 1 側壁と、前記攪拌炉を構成する第 2 側壁とが、前記開口を形成するように互いに接続されている、ことを特徴とする請求項 18 乃至 20 の 1 つに記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 22】

前記仕切板は、前記後端部分を中心として前記縦向きの軸線の回りに回転可能に構成され、前記回転により前記第 1 開口と前記第 2 開口の大きさを調節可能としたことを特徴とする請求項 18 乃至 21 の 1 つに記載の金属溶湯攪拌装置。

20

【請求項 23】

前記回転移動磁界装置本体は、1 又は複数の前記永久磁石を備え、前記縦向きの軸線の回りに同一の磁極が並んでいる、ことを特徴とする請求項 18 乃至 22 のいずれか 1 つに記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 24】

前記回転移動磁界装置本体は、1 又は複数の前記永久磁石を備え、前記縦向きの軸線の回りに異なる磁極が交互に並んでいる、ことを特徴とする請求項 18 乃至 22 のいずれか 1 つに記載の金属溶湯攪拌装置。

30

【請求項 25】

前記一対の電極間に直流電流を流す電源装置が接続されていることを特徴とする請求項 23 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 26】

前記一対の電極間に交流電流を流す電源装置が接続され、前記交流電流の周期は、前記回転移動磁界装置本体における前記異なる磁極の回転周期との関係で制御され、前記異なる磁極が回転しても前記第 1 の電磁力を同じ方向に前記溶湯を駆動するものとする、ことを特徴とする請求項 24 に記載の金属溶湯攪拌装置。

【請求項 27】

第 1 の溶解炉から第 2 の溶解炉へ金属の溶湯を移送する金属溶湯移送装置であって、前記第 1 の溶解炉と前記第 2 の溶解炉を連通する通路を有する通路部材を備え、前記通路部材の途中における外部に、前記通路内の溶湯を駆動するための回転可能な回転移動磁界装置本体を設け、

40

前記回転移動磁界装置本体は永久磁石を有し、前記回転移動磁界装置本体の回転により、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力 / 入力磁力線を前記通路内の溶湯を貫通した状態で移動させ、この移動により生じる渦電流により前記通路内の前記溶湯を前記第 1 の溶解炉から前記第 2 の溶解炉へ向けて駆動する第 1 の電磁力を生じさせ、

前記通路部材はその内部に前記溶湯を介して電流を流し得る一対の電極を有し、前記一対の電極は、前記一対の電極間に流れる電流と前記出力 / 入力磁力線とが交差して前記第 1 の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する第 2 の電磁力を生じさせる位置に、設けられて

50

おり、

前記第１の電磁力と前記第２の電磁力との合成駆動力によって前記通路内の前記溶湯を前記第１の溶解炉から前記第２の溶解炉へ向かう方向に駆動するようにした、

ことを特徴とする金属溶湯移送装置。

【請求項２８】

前記通路部材によって、前記第１の溶解炉の底壁の開口と前記第２の溶解炉の底壁の開口とを連通した、ことを特徴とする請求項２７記載の金属溶湯移送装置。

【請求項２９】

前記一対の電極を、前記通路部材の前記通路内に、高さ方向と交わる横向きに、所定の間隔をもって、設けた、ことを特徴とする請求項２７又は２８に記載の金属溶湯移送装置

10

【請求項３０】

前記回転移動磁界装置本体を前記横向きの軸線の回りに回転可能にしたことを特徴とする請求項２７乃至２９の１つに記載の金属溶湯移送装置。

【請求項３１】

前記回転移動磁界装置本体は、１又は複数の前記永久磁石を備え、高さ方向と交差する横向きの軸線の回りに同一の磁極が並んでいる、ことを特徴とする請求項２７乃至３０のいずれかに記載の金属溶湯移送装置。

【請求項３２】

前記回転移動磁界装置本体は、１又は複数の前記永久磁石を備え、高さ方向と交差する横向きの軸線の回りに異なる磁極が交互に並んでいる、ことを特徴とする請求項２７乃至３０のいずれかに記載の金属溶湯移送装置。

20

【請求項３３】

前記一対の電極間に直流電流を流す電源装置が接続されていることを特徴とする請求項３１に記載の金属溶湯移送装置。

【請求項３４】

前記一対の電極間に交流電流を流す電源装置が接続され、前記交流電流の周期は、前記回転移動磁界装置本体における前記異なる磁極の回転周期との関係で制御され、異なる磁極が回転しても前記第１の電磁力を同じ方向に前記溶湯を駆動するものとする、ことを特徴とする請求項３２に記載の金属溶湯移送装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、導電性（伝導性）を有する金属の溶湯、即ち、非鉄金属（例えば、Ａｌ，Ｃｕ，Ｚｎ又はＳｉ、あるいはこれらを主成分とする合金、あるいはＭｇ合金等）の溶湯又は非鉄金属以外の金属の溶湯の攪拌を行うための金属溶湯攪拌装置、及び、それらの金属の溶湯を移送する金属溶湯移送装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

非鉄金属の溶湯あるいはその他の金属の溶湯を攪拌する技術は各種開発され産業界で広く用いられているが、環境問題、エネルギー問題等地球の将来を考慮した技術、装置の開発、提供への期待が急速に高まっている。最近の攪拌装置は駆動原理として永久磁石を採用したものも少なくない。例えば、溶湯を流路内で加速し、メインバス内に放出して、攪拌する装置（特許文献１）や、炉底の外部下方に設置した回転移動磁界発生装置で炉内の溶湯を攪拌する装置（特許文献２）、更には炉の側壁の外部に回転磁場装置を設置する装置（特許文献３）等がある。これらはいずれも攪拌効果は大変優れていると評価されている。

40

【０００３】

一方で産業界での技術進歩は著しく、業界ニーズも右肩上がりに高度になってきている。つまり、安価で小型軽量、メンテナンスが簡単で構造はシンプル、使い勝手が良く攪拌

50

能力が大きい等、目的に合わせた攪拌効果が得られる金属溶湯攪拌装置の出現を望んでいる。しかしながら、本発明者の知得する範囲では、現在のところこのような要求を満たす金属溶湯攪拌装置は未だ提供されていない。また、これらの金属の溶湯を例えば一方のメインバスから他方のメインバスへ移送する金属溶湯移送装置として上記のような特徴を備えたものは提供されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4376771号公報

【特許文献2】特許第4245673号公報

【特許文献3】特開2011-106689公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、上記ニーズを満たす装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の金属溶湯攪拌装置は

導電性の金属の溶湯を収納する収納室を有する炉本体と、

前記炉本体内の溶湯を駆動して攪拌するための回転可能な回転移動磁界装置本体と、
を備え、

前記回転移動磁界装置本体は永久磁石を有し、前記回転移動磁界装置本体の回転に伴って、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力／入力磁力線が前記溶湯を貫通した状態で移動し、この移動により生じる渦電流により前記溶湯を駆動する第1の電磁力を生じさせ、

前記炉本体は、前記溶湯を介して電流を流し得る少なくとも一対の電極を有し、前記一対の電極は、前記収納室内の、前記一対の電極間に流れる電流と前記出力／入力磁力線が交差して前記第1の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する第2の電磁力を生じさせる位置に設けられており、

前記第1の電磁力と前記第2の電磁力との合成駆動力によって前記収納室内の前記溶湯を駆動攪拌するようにした、

ものとして構成されている。

【0007】

本発明の金属溶湯攪拌装置は、

導電性の金属の溶湯を収納する収納室を有する炉本体を含むメインバス部と、

前記炉本体内の溶湯を駆動して攪拌するための攪拌部と、

を備え、

前記攪拌部は、前記炉本体内の前記溶湯を流出させその後に前記炉本体内に流入させる循環用の溶湯通路を有する通路部材と、前記溶湯通路内の前記溶湯を駆動する第1の電磁力を生じさせる回転可能な回転移動磁界装置本体と、を備え、

前記炉本体は側壁に穿けた溶湯流出口と溶湯流入口を有し、前記溶湯流出口と前記溶湯流入口は、前記通路部材を介して、前記炉本体から流出した溶湯が前記溶湯通路を通過して前記炉本体に流入する環流を許容するように連通され、

前記回転移動磁界装置本体は前記通路部材の外部に設けられており、高さ方向に沿った縦軸の回りに回転可能とされ、前記回転移動磁界装置本体の回転に伴って、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力／入力磁力線が前記溶湯通路内の前記溶湯を貫通した状態で移動し、この移動により生じる渦電流により前記第1の電磁力を生じさせ、前記第1の電磁力により前記溶湯を前記溶湯通路内で前記溶湯流出口から前記溶湯流入口に向かうように駆動し、

前記通路部材の前記溶湯通路内に、少なくとも一対の電極を、前記一対の電極間に前記

10

20

30

40

50

溶湯を介して電流が流れ得るように、設け、

前記一对の電極は、前記溶湯通路内の、前記一对の電極間に流れる電流と前記出力／入力磁力線とが交差して前記第１の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する第２の電磁力を生じさせる位置に、設けられており、

前記第１の電磁力と前記第２の電磁力との合成駆動力によって前記溶湯通路内の前記溶湯を前記溶湯流出口に向けて駆動して、前記収納室内の溶湯を駆動するようにした、

ものとして構成される。

【 ０ ０ ０ ８ 】

本発明の金属溶湯攪拌装置は、

導電性の金属の溶湯を収納する収納室を有する炉本体を含むメインバス部と、

溶湯を収納室する攪拌室を有する攪拌炉と前記攪拌室内の溶湯を駆動する回転可能な回転移動磁界装置本体とを有し、前記回転移動磁界装置本体は永久磁石を有する、攪拌部と

、

を備え、

前記収納室と前記攪拌室とを開口によって連通させ、

前記攪拌室の内部に仕切板を上下方向に沿った縦向きに立設し、前記仕切板によって前記開口を第１開口と第２開口に区画すると共に、前記攪拌室を前記第１開口に繋がる第１の室と前記第２開口に繋がる第２の室に区画し、

前記仕切板の後端と前記攪拌部における側壁の内面との間に隙間を設けて、前記隙間によって前記第１の室と前記第２の室とを連通させ、

前記攪拌室の外部の下方又は上方に前記回転移動磁界装置本体を上下方向に沿った縦向きの軸線の回りに回転可能に設け、前記回転移動磁界装置本体の回転により、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力／入力磁力線を前記攪拌部内の溶湯を貫通した状態で移動させ、これにより生じる渦電流により第１の電磁力を生じさせ、前記第１の電磁力により前記溶湯を前記第１の室から前記隙間を通過して前記第２の室へ向かうように駆動し、

さらに、一对の電極を、前記攪拌室内における、前記一对の電極間に流れる電流と前記永久磁石からの磁力線とが交差して、前記第１の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する、第２の電磁力を生じさせる位置に、設け、

前記第１の電磁力と前記第２の電磁力との合成駆動力によって、前記第１の室内の溶湯を前記隙間を介して前記第２の室へ向かわせ、前記第２開口から前記収納室へ流入させて、前記収納室内の溶湯を駆動するようにした、

を備えるものとして構成される。

【 ０ ０ ０ ９ 】

本発明の金属溶湯移送装置は、

第１の溶解炉から第２の溶解炉へ金属の溶湯を移送する金属溶湯移送装置であって、

前記第１の溶解炉と前記第２の溶解炉を連通する通路を有する通路部材を備え、

前記通路部材の途中における外部に、前記通路内の溶湯を駆動するための回転可能な回転移動磁界装置本体を設け、

前記回転移動磁界装置本体は永久磁石を有し、前記回転移動磁界装置本体の回転により、前記永久磁石から出る又は前記永久磁石へ入る出力／入力磁力線を前記通路内の溶湯を貫通した状態で移動させ、この移動により生じる渦電流により前記通路内の前記溶湯を前記第１の溶解炉から前記第２の溶解炉へ向けて駆動する第１の電磁力を生じさせ、

前記通路部材はその内部に前記溶湯を介して電流を流し得る一对の電極を有し、前記一对の電極は、前記一对の電極間に流れる電流と前記出力／入力磁力線とが交差して前記第１の電磁力と同方向に前記溶湯を駆動する第２の電磁力を生じさせる位置に、設けられており、

前記第１の電磁力と前記第２の電磁力との合成駆動力によって前記通路内の前記溶湯を前記第１の溶解炉から前記第２の溶解炉へ向かう方向に駆動するようにした、

を備えるものとして構成される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の原理説明図。

【図2】(a)、(b)は本発明の金属溶湯攪拌装置の第1実施形態の平面説明図、b-b線縦断説明図。

【図3】(a)、(b)は回転移動磁界装置本体の正面説明図、側面説明図、(c)は変形例の側面説明図。

【図4】(a)、(b)は異なる回転移動磁界装置本体の正面説明図、側面説明図、(c)は変形例の側面説明図。

【図5】(a)、(b)は本発明の金属溶湯攪拌装置の第2実施形態の平面説明図、b-b線縦断説明図。 10

【図6】(a)、(b)、(c)は本発明の金属溶湯攪拌装置の第3実施形態の平面説明図、b-b線縦断説明図、c-c線縦断説明図。

【図7】(a)、(b)は異なる回転移動磁界装置本体の正面説明図、側面説明図、(c)は変形例の側面説明図。

【図8】(a)、(b)は本発明の金属溶湯攪拌装置の第4実施形態の平面説明図、b-b線縦断説明図。

【図9】(a)、(b)は本発明の金属溶湯攪拌装置の第5実施形態の平面説明図、b-b線縦断説明図。

【図10】(a)、(b)は本発明の金属溶湯攪拌装置の第6実施形態の平面説明図、b-b線縦断説明図。 20

【図11】(a)、(b)は本発明の金属溶湯移送装置の実施形態の平面説明図、b-b線縦断説明図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の実施形態を説明する前に、それをより容易に把握可能なるようにするため、まず本発明の原理を、次いで本発明者が本発明をなすに至った経緯を説明する。

【0012】

以下の原理の説明では、理解し易くするために、電磁力での駆動対象として、金属の溶湯の代わりに、長尺状で且つ横断面が矩形の導電性非鉄金属板を用いて説明する。 30

【0013】

図1に示すように、X方向に長い導電性の非鉄金属板101を想定する。この非鉄金属板101の下方に、Y方向に長い棒状の永久磁石102を、X方向に沿って移動可能なるように、配置する。本実施形態では、前記永久磁石102として、上下両端側がN極及びS極となるように、磁化したものを用いる。これにより、永久磁石102からは磁力線MLが上方(高さ方向)に立ち上がる。前記磁力線MLは非鉄金属板101を下方から上方へ貫通する。

【0014】

さらに、非鉄金属板101の両側面に対向状態に一对の電極2a、2aを付設する。これらの一对の電極2a、2a間に直流の電流IをY方向(幅方向)つまり横向きに沿って流す。これにより、この横向きの電流Iと前記永久磁石102からの高さ方向の磁力線MLとが交わることになる。前記磁力線MLは実際には後述するように永久磁石の回転に伴って移動するものであるが、ある条件を満たせば、非鉄金属板101における電流Iが流れる部分には、フレミングの左手の法則に従った電磁力(ローレンツ力)fが生じる。つまり、非鉄金属板101にはそれをX方向に駆動しようとする、フレミングの左手の法則によるローレンツ力fが加わる。 40

【0015】

また、このような構成において、前記永久磁石102を矢印ARの方向(X方向)に移動させる。これにより、磁力線MLは、非鉄金属板101を貫通した状態で移動することになる。これにより、非鉄金属板101の内部には、X方向に沿って、磁力線MLの前後 50

に、渦電流 104, 104 が発生する。この渦電流 104, 104 により発生する磁界と永久磁石 102 からの磁界とが互いに吸引、反発し、非鉄金属板 101 には X 方向に非鉄金属板 101 を動かそうとする電磁力 f_e が生じる。つまり、非鉄金属板 101 にはそれを X 方向に駆動しようとする、渦電流による電磁力 f_e が加わる。

【0016】

このように、導電性の非鉄金属板 101 には、前記 2 つの電磁力 f_e 、 f が加わる事となる。つまり、非鉄金属板 101 には、2 つの電磁力 f 、 f_e が合成された大きな合成電磁力（合成駆動力） $F (= f + f_e)$ が作用する。これにより、この大きな合成駆動力 F によって非鉄金属板 101 を確実に X 方向に駆動することができる。

【0017】

つまり、先ず、第 1 の場合として、一对の電極 2a、2a 間に電流 I を流す場合を考えると、フレミングの法則に従った電磁力 f が発生する。次に、第 2 の場合として、永久磁石 102 は移動させる場合を考えると、渦電流による電磁力 f_e が発生する。前記第 1 の場合と前記第 2 の場合と一緒に実現されている本発明ではこれらの 2 つの電磁力 f 、 f_e が合成駆動力 F として作用することになる。前記単一の電磁力 f または f_e と、本発明の合成駆動力 $F (= f + f_e)$ とは、比較するまでもなく、本発明の合成駆動力 F が大きいのは明らかである。よって、非鉄金属板 1 はこの大きな合成駆動力 F により確実に駆動される。

【0018】

ここで、前記非鉄金属板 101 を溶湯 M に置き換えて考えると、溶湯 M に前記合成駆動力 F が作用し、溶湯 M は大きな攪拌力で確実に駆動されるのが分かる。これが本発明の原理である。

【0019】

上記の原理の本発明は本発明者のみが知得し得たのであるが、その知得までの経緯を技術的に説明する。

【0020】

一般の当業者にとってと同様に、本発明者にとっても、図 1 において、永久磁石 102 を直線的に動かせば、渦電流による電磁力 f_e が発生するのは、直感される。しかしながら、磁界が回転する永久磁石 102（実際に想定されるのは、図 2 の回転移動磁界装置本体 8 のように、ある速度で回転する永久磁石）からの磁界であっても、上記のように、フレミングの法則に従った電磁力 f がはたして本当に得られるかどうかは、当業者にとっては確信のできないことであった。このため、本発明者は多くの実験を繰り返した。これらの実験を経て得た本発明者に独自にある知識を知得した。この知得に基づき、本発明者は本発明をなすに至った。つまり、本発明は、下記の実験を行わなかった当業者は決してなし得ない発明と言わねばならない。以下にこのことを説明する。

【0021】

即ち、当業者は、2 つの技術を、つまり、フレミングの法則に従った電磁力 f により溶湯 M を駆動する第 1 の技術（特開 2011 - 257129 号公報）と、渦電流による電磁力 f_e で溶湯 M を駆動する第 2 の技術（特許第 4245673 号公報、特許文献 2）とを知得している者と言える。しかしながら、当業者は前記 2 つの技術を単にばらばらに互いに無関係なものとして知得しているに過ぎない。そのため、このような当業者であっても上記のような本発明（原理）には至り得ないと言える。それは以下の理由から明らかである。即ち、前記第 1 の技術においては磁力線 ML は静止しており且つ静止していることが要求され、第 2 の技術においては磁力線 ML はある程度の速度で移動（回転）しており且つ移動（回転）することが要求される、と一般の当業者は直感する。このため、当業者は磁力線 ML が静止している第 1 の技術と、移動（回転）している第 2 の技術とを知得していても、当業者にはこれらを組み合わせるという発想が思い浮かぶことはない。また、仮に思い浮かんだとしても、組み合わせたらどちらの技術も上手く機能しないだろうと直感し、思考はそこで止まってしまう。加えて、一般の当業者は、本発明者と異なり、前記第 1 の技術、前記第 2 の技術のそれぞれに特に不都合があるとの課題的認識は持ち合わせて

10

20

30

40

50

いない。このような種々の理由により、当業者がこれらの第1の技術、第2の技術をとりにて改良しようとも思わないし、組み合わせようとも思わないし、組み合わせる必然性もない。つまり、一般の当業者には、前記2つの技術を組み合わせる動機付けもない。

【0022】

しかしながら、本発明者は、前述したような業界の要望に応えるべく、とにかく大きな力で確実に溶湯Mを駆動、攪拌する、従来の装置よりも優れた装置を開発すべく日夜努力を続けている。本発明者は独自に日々このように考えていたので、前記第1の技術による力 f と前記第2の技術による力 f_e をなんとか同時に用いたいと思いを独自に有するに至った。しかしながら、本発明者も、当初は、一般の当業者と同様に、これらの2つの技術を両立させることはできないのではないかと漠然とした思いを有していた。一般の技術者はここであきらめるであろうが、本発明者は、さらなる新しい優れた装置を提供したいという思いが強かったため、何かを工夫すれば両立可能かも知れないと思うと共に、何かを工夫して必ず両立させたいという望みを捨てきれなかった。つまり、本発明者は本発明者に独自の課題を持つに至った。そのため、本発明者は、一般の当業者は行わないであろう各種の実験を何度も繰り返した。それらの実験の結果に基づいて、本発明者は本発明者に独自の知得を得ることができ、その知得に基づいて本発明をなすに至った。つまり、本発明者は、後述の回転移動磁界装置本体8の磁極数、磁極の種類、磁極間の間隔あるいは磁極間の角度、回転速度等の各種のパラメータをある値とすれば、第1の技術と第2の技術を同時に両立させて、フレミングの法則に従った電磁力 f と渦電流による電磁力 f_e の合成駆動力（複合型駆動力） F を得ることができ、この合成駆動力 F で溶湯Mを確実に駆動攪拌できるということを独自に知得した。本発明者はこの独自の知得に基づいて本発明をなすに至ったのである。

【0023】

このように、本発明は、本発明者による独自の実験結果に基づく本発明者に独自の知得に基づいてなされたもので、上記実験を行わない他の当業者には決してなし得ない発明と言える。

【0024】

以上に説明した独自の経過で本発明者に独自に得られた知得に基づいてなされた本発明の実施形態の金属溶湯攪拌装置を図面を参照しながら以下に説明する。

【0025】

なお、以下に説明する各図における縮尺は全図において同一ではなく、図面毎に任意に選択してある。また、各実施形態において、同等の構成要素には同一の符号を付して詳しい説明は省略する。

【0026】

（第1実施形態）

図2は、本発明の金属溶湯攪拌装置の第1実施形態を示し、(a)は平面説明図、(b)はそのb-b線に沿った縦断面説明図を示す。これらの図がわかるように、この第1の実施形態は、メインバス部10の炉本体1の側壁1aの外側に回転移動磁界装置20を設けた例を示す。

【0027】

図2(a)、(b)からわかるように、金属溶湯攪拌装置は前記メインバス部10を有する。このメインバス部10の炉本体1の収納室1Aには、導電性（伝導性）を有する金属の溶湯、即ち、非鉄金属（例えば、Al, Cu, Zn又はSi、あるいはこれらを主成分とする合金、あるいはMg合金等）の溶湯又は非鉄金属以外の金属の溶湯Mが収納される。

【0028】

前記メインバス部10の炉本体1の側壁1aには、特に図2(b)から分かるように、上下方向（高さ方向）に沿って対向するように一対の電極2a、2aが取り付けられている。前記一対の電極2a、2aは側壁1aの内部に埋め込まれているが、必ずしも埋め込む必要はなく、内表面に付設することもできる。このことは、以下の全ての実施形態にお

いても同様である。つまり、これらの電極 2 a、2 a は、側壁 1 a から露呈して、収納された溶湯 M に接している。これにより、これらの電極 2 a、2 a 間には溶湯 M を介して高さ方向に電流 I が流れ得るようになっている。前記電極 2 a、2 a は、配線 4 a、4 a によって、電源装置 3 に接続されている。前記配線 4 a、4 a の一部、つまり、前記電極 2 a、2 a に近い部分は、側壁 1 a 中に設けられて、溶湯 M には接しないようになっている。電極 2 a、2 a 間に直流電流 I を流すのは、前に説明したように、フレミングの左手の法則に従ったローレンツ力（第 2 の電磁力） f を得るためである。

【0029】

前記電源装置 3 は、制御装置（図示せず）からの制御信号によって、各種態様で直流電流、交流電流を流し得るものとして構成されている。前記直流電流に関して言えば、一対の電極 2 a、2 a の極性を切り替え可能としている。交流電流に関して言えば、周期や波形等を選択調整可能としている。交流電流の場合において、電流 I の波形が例えば矩形波の場合は、デューティ比を変えるごとくに、1 周期における正負のパルスの幅を任意に設定可能である。加えて、電源装置 3 は、直流電流、交流電流のいずれを出力する場合であっても、電流値、電圧値を任意に設定可能に構成されている。

【0030】

このように、前記一対の電極 2 a、2 a 間には、上下方向に電流 I（直流電流 I_{dc} が上から下に、下から上に、あるいは、交流電流 I_{ac} ）が流れる。この電流 I と、回転移動磁界装置 20 からの磁力線 M_L とが交差して、フレミングの法則に従った、溶湯 M を矢印 $AR1$ 〔図 2（a）〕の方向に駆動する、電磁力（第 2 の電磁力） f が得られる。追って詳述するところから分かるように、前記矢印 $AR1$ 方向への駆動力を得るには、回転移動磁界装置 20 の外周が N 極、S 極の一方の極に磁化されている時は一対の電極 2 a、2 a 間に直流電流を流し、外周に N 極と S 極が交互に並んでいる場合には N 極と S 極の周期（回転周期）に同期する交流電流を流す。これは、フレミングの左手の法則の電磁力として常に溶湯 M を同じ向きに、つまり矢印 $AR1$ の方向に駆動する駆動力 f を得るためである。前記電源装置 3 によって、電極 2 a、2 a 間を流れる電流 I を直流電流、交流電流のいずれにもできるようにしているのは、後述する各種の回転移動磁界装置本体 8〔図 3（a）、（b）、（c）、図 4（a）、（b）、（c）参照〕のいずれを用いても、溶湯 M に常に同じ回転方向の電磁力 f を加え得るようになるためである。

【0031】

次に、前記回転移動磁界装置 20 について説明する。

【0032】

図 2（a）、（b）から分かるように、回転移動磁界装置 20 は、非磁性材製のシャーシ 7 と、その中に回転可能に組み込まれた回転移動磁界装置本体 8 と、前記回転移動磁界装置本体 8 を右回り（又は左回り）に駆動する駆動装置（図示せず）を有する。回転移動磁界装置本体 8 は、特に図 2（b）から分かるように、自己から出る又は自己へ入る出力／入力磁力線 M_L を、炉本体 2 内の溶湯 M を上下方向と交差する横向きに貫かせながら回転可能に設置されている。これにより、回転移動磁界装置本体 8 は次のように機能することになる。即ち、特に図 2（b）において、一対の電極 2 a、2 a 間に上下方向に電流 I を流しておけば、回転移動磁界装置本体 8 からの横向きの磁力線 M_L はこの電流 I と交差する。これにより、溶湯 M を図 2（a）の矢印 $AR1$ に示すように駆動するローレンツ力（第 2 の電磁力） f が発生する。

【0033】

この時、この回転移動磁界装置本体 8 は、例えば図 2（a）に示すように、上から見て、右回りに回転している。これにより、磁力線 M_L が溶湯 M を横向きに貫通したまま移動する。これにより、移動する磁力線 M_L の前後に渦電流が発生し、この渦電流と前記磁力線 M_L とにより第 1 の電磁力 f_e が発生する。前記渦電流による電磁力 f_e は、先のフレミングの左手の法則による電磁力 f と同様に、溶湯 M を矢印 $AR1$ の方向に駆動する。

【0034】

これにより、溶湯 M は、前記 2 つの第 1、第 2 の電磁力 f_e 、 f が合成された合成駆動

10

20

30

40

50

力Fにより、矢印AR1に沿って駆動されることになる。これにより、炉本体1内の溶湯Mは、図2(a)の矢印AR11に示すように水平に回転する。

【0035】

前記回転移動磁界装置本体8としては種々の構成を採ることが出来る。その第1の例を図3(a)、(b)に、その変形例を(c)に、第2の例を図4(a)、(b)に、その変形例を(c)に示す。

【0036】

図3(a)、(b)において、回転移動磁界装置本体8は、筒状の非磁性材製のケース8Aとこの内部に回転可能に収納された回転体8Bを有する。回転体8Bは、回転中心部分に位置する長尺状の基体8B1を有する。この基体8B1は、横断面がほぼ正方形をなし、4つの側面8B2を有する。各側面8B2にはそれぞれ永久磁石からなる棒磁石8B3が取り付けられている。各棒磁石8B3は、前記側面8B2へ取り付けられる内面側が一方の極(S極)に、外面側が他方の極(N極)に磁化されている。これにより、外周に同一の極(N極)が並んでいる。これと逆に外周にS極が並ぶように、外面側がS極に、内面側がN極に磁化されていてもよいのは当然である。

【0037】

図3(c)は、基体8B1に取り付ける複数の棒磁石8B3を、周方向に沿って、交互に、N極とS極がくるようにした例である。

【0038】

図3(a)、(b)のように外周に沿って同じ磁極が並ぶようにした場合には、前記一対の電極2a、2a間には同じ方向に流れる電流I、つまり、直流電流を流せばよい。しかしながら、図3(c)のように、外周に沿ってN極とS極とが交互に並ぶようにした場合には、先にも簡単に述べたように、一対の電極2a、2a間に、磁極の並びに応じた周期の交流電流を流す必要がある。これによって、フレミングの法則に従った第2の電磁力fは、磁力線MLの向きが交互に反転しても、同じ向き(例えば、図2(a)の矢印AR1)の向き)のものとして得られる。このような一対の電極2a、2a間の電流Iの向きの制御は前述のように前記制御装置によって行われる。

【0039】

前記基体8B1としては、その横断面の多角形を角数が任意数の多角形とすることができる。また、前記基体8B1に取り付ける棒磁石8B3の数も任意数とすることができる。図4(a)、(b)は外周に同一の極が並ぶようにした場合にあって、棒磁石8B3の数を2本とした例を示す。図4(c)は、交互に異なる磁極がくるようにした例を示す。

【0040】

つまり、上記からわかるように、基体8B1に取り付ける棒磁石8B3の数は適宜任意に定めることが出来る。且つ、周方向に並ぶ、棒磁石8B3の磁極は同じ磁極が来るようにも、交互に異なる磁極がくるようにもすることが出来る。また、設ける棒磁石8B3の数に応じて、基体8B1はその断面形状が任意の多角形のものとする事ができる。

【0041】

さらには、前記回転体8Bとしては、この回転体8Bを単一の永久磁石となし、その周囲に同一または異なる磁極が並ぶように磁化した永久磁石を用いることもできる。

【0042】

なお、上記の第1実施形態の他、以下に説明するその他の実施形態において、一対の電極2a、2aは、必ずしも図2(b)に示すように炉壁の内部に埋め込むことなく、炉壁3aの内表面に付設することもできる。この場合には、配線4a、4aも炉壁3a内部に溶湯Mに接しないように埋め込んでも、埋め込むことなく炉本体1の収納室1A内を這わせることもできる。

【0043】

(第2実施形態)

図5(a)、(b)は、本発明の金属溶湯攪拌装置の第2の実施形態を示し、(a)は平面説明図、(b)はそのb-b線に沿った縦断面説明図を示す。メインバス部10にお

10

20

30

40

50

ける炉本体 1 の側壁 1 a の外側に設けた回転移動磁界装置 20 を、第 1 の実施形態では立設状態（立てた状態）に設けたのに対し、この第 2 の実施形態では横設状態（寝かせた状態）に設けている。

【0044】

加えて、この第 2 実施形態が第 1 の実施形態（図 2（a）、（b））と違うところは、この第 2 の実施形態においては、回転移動磁界装置 20 を横向きに設置したことに対応して、特に図 5（a）から分かるように、一对の電極 2 a、2 a も横向き対向するように側壁 1 a に設けて、横向きに電流 I が流れるようにしている。

【0045】

さらに、図 5（b）から分かるように、回転移動磁界装置本体 8 を図中右回りに回転するようにしている。

10

【0046】

このため、溶湯 M を矢印 A R 2 に示すように駆動する合成駆動力 F（＝渦電流による第 1 の電磁力 f_e + フレミングの左手の法則による第 2 の電磁力 f ）が生じる。これにより、溶湯 M は、炉本体 1 内において、図示のように、矢印 A R 2 1 に示すように対流するとく確実に駆動される。

【0047】

以上の第 1 実施形態と第 2 実施形態の説明においては、両実施形態を別の実施形態として説明したが、これらを 1 つの実施形態として具現することもできる。即ち、回転移動磁界装置 20 を、第 1 実施形態のように上下方向に沿った縦置きと第 2 実施形態のような寝かせた横置きとを切り替え可能に構成できる。なお、この場合には、メインバス部 10 の炉本体 1 には、図 2（b）に示す上下に対向させた一对の電極 2 a、2 a と、図 5（a）に示す左右に対向させた一对の電極 2 a、2 a の都合 2 組の 4 つの電極 2 a を設ける必要がある。このような実施形態によれば、設置場所等の各種の条件に応じて、回転移動磁界装置 20 を縦置きと横置きで切り替えて使用することができる。

20

【0048】

（第 3 実施形態）

図 6（a）、（b）、（c）は、本発明の第 3 実施形態の平面説明図、その b - b 線に沿った縦断面説明図、c - c 線に沿った縦断面説明図である。

【0049】

30

この第 3 実施形態が前記第 1 実施形態、前記第 2 実施形態と異なる点は、回転移動磁界装置本体の構成にある。即ち、第 3 実施形態では、図 7（a）、（b）に示される回転移動磁界装置本体 8 1 B 0 を用いている。即ち、円盤状の回転基板 8 1 B 1 の表面に一对の矩形体状の永久磁石 8 1 B 2 を任意の間隔で、例えば 180° の間隔で取り付けられている。これらの永久磁石 8 1 B 2 は、取り付ける内側が S 極に、外側が N 極となるように回転基板 8 1 B 1 に取り付けられている。このような図 7（a）、（b）の回転移動磁界装置本体 8 1 B 0 を回転させながら、一对の電極 2 a、2 a（図 6（b））間に直流電流を流す。これにより、一对の電極 2 a、2 a 間に電流 I が流れることによるフレミングの左手の法則による電磁力 f と、回転移動磁界装置本体 8 1 B 0 が回転することによる渦電流による電磁力 f_e と、の合成駆動力 F により、溶湯 M は図 6（a）に示すように矢印 A R 3 方向に駆動され、炉本体 1 の溶湯 M は矢印 A R 3 1 に示すように駆動回転させられる。

40

【0050】

また、図 7（c）に示すように、複数の永久磁石 8 1 B 2 を、周方向に異なる極が並ぶように、基体 8 B 1 に取り付けることもできる。この場合には、前述のように、一对の電極 2 a、2 a 間に交流電流を流す必要がある。

【0051】

以上に説明した第 1 実施形態、第 2 実施形態及び第 3 実施形態は、既設のメインバス部 10 が一对の電極 2 a、2 a を有していれば、回転移動磁界装置 20 のみを後付けすることによって実現される。また、あるいは既設のメインバス部 10 に一对の電極 2 a、2 a と回転移動磁界装置 20 とを後付けすれば、本発明の実施形態を実現することができる。

50

【 0 0 5 2 】

(第 4 実施形態)

図 8 (a)、(b) は、本発明の第 4 実施形態の横断説明図、その b - b 線縦断面説明図である。この第 4 実施形態は、いわゆる通路型の攪拌装置であり、メインバス部 3 0 の溶湯 M をいわゆる溶湯通路 4 1 a に導いて、その溶湯通路 4 1 a において溶湯 M に前記合成駆動力 F を加えてメインバス部 3 0 に戻し、これによりメインバス部 3 0 内の溶湯 M を攪拌するようにしたものである。

【 0 0 5 3 】

即ち、この第 4 実施形態の金属溶湯攪拌装置は、メインバス部 3 0 と攪拌部 4 0 とを有する。メインバス部 3 0 は溶湯 M を収納する炉本体 1 を有するものとして構成される。攪拌部 4 0 は、内部に溶湯通路 4 1 a を有する通路部材 4 1 と回転移動磁界装置本体 8 とを有するものとして構成される。

【 0 0 5 4 】

即ち、メインバス部 3 0 の 1 つの側壁 3 0 a に溶湯流出口 3 0 a 1 と溶湯流入口 3 0 a 2 を穿け、これらを攪拌部 4 0 における横断面がほぼ U 字状の中空の通路部材 4 1 で連通している。前記通路部材 4 1 は、図 8 (a) から分かるように、内部に、横断面がほぼ U 字状の溶湯通路 4 1 a を有する。つまり、前記溶湯通路 4 1 a の一端は前記溶湯流出口 3 0 a 1 に連通状態に接続され、他端は前記溶湯流入口 3 0 a 2 に連通状態に接続されている。これにより、メインバス部 3 0 の溶湯 M は、溶湯流出口 3 0 a 1 から溶湯通路 4 1 a に流出し、ここで後述のように合成駆動力 F により駆動され、やがて溶湯流入口 3 0 b 2 からメインバス部 3 0 に還流する。

【 0 0 5 5 】

前記攪拌部 4 0 において、前記通路部材 4 1 と側壁 3 0 a とによって収納空間 4 0 a が区画されている。前記収納空間 4 0 a に回転移動磁界装置本体 8 が回転可能に収納されている。この回転移動磁界装置本体 8 としては各種のものを用いることができるが、例えば、図 3 (a)、(b)、(c)、図 4 (a)、(b)、(c) 等に示されるものを用いることができる。例えば、図 3 (a)、(b) に示すものを用いた場合においては、特に図 8 (b) に示すように、磁力線 M L が横向きに射出し、前記溶湯通路 4 1 a 内の溶湯 M を貫通する。

【 0 0 5 6 】

さらに、前記通路部材 4 1 内壁には、特に図 8 (b) から分かるように、前記溶湯通路 4 1 a に露呈するように、上下に対向した状態に一对の電極 2 a、2 a が設けられている。これらの電極 2 a、2 a 間には溶湯 M を介して上下方向に電流 I が流れる。これらの電極 2 a、2 a は電源装置 3 に接続されている。

【 0 0 5 7 】

よって、特に図 8 (b) からわかるように、上下方向に流れる電流 I と横向きに走る磁力線 M L とが交差してフレミングの左手の法則による第 2 の電磁力 f が発生し、溶湯通路 4 1 a 内の溶湯 M を矢印 A R 4 [図 8 (a)] の方向に駆動することになる。

【 0 0 5 8 】

さらに、前記回転移動磁界装置本体 8 が回転することにより、渦電流による第 1 の電磁力 f e が発生し、この電磁力 f e によっても、前記溶湯通路 4 1 a 内の溶湯 M が矢印 A R 4 の方向に駆動されることになる。

【 0 0 5 9 】

前記第 2 の電磁力 f と前記第 1 の電磁力 f e とが合成されて大きな合成駆動力 F となって溶湯通路 4 1 a 内の溶湯 M に作用し、溶湯 M を、溶湯流入口 2 b 1 からメインバス部 3 0 の炉本体 1 に流入させ、且つ、メインバス部 3 0 の溶湯 M を溶湯流入口 2 b 1 から溶湯通路 4 1 a に引き込む。これにより、特に図 8 (a) に示すように、矢印 A R 4 1 に沿ってメインバス部 3 0 の炉本体 1 内の溶湯 M が確実に攪拌駆動される。

【 0 0 6 0 】

なお、特に図 8 (a)、(b) においては、回転移動磁界装置本体 8 は通路部材 4 1 の

10

20

30

40

50

内側に設置しているが、この回転移動磁界装置本体 8 を通路部材 4 1 の外側に設置することもできる。

【 0 0 6 1 】

また、上記のように通路部材 4 1 の外側に回転移動磁界装置本体 8 を設置する場合には、この回転移動磁界装置本体 8 に代えて、図 7 (a)、(b)、(c) に示す回転移動磁界装置本体 8 1 B 0 を、回転軸が横向きとなるようにして用いることができる。このような構成としても、通路部材 4 1 内の溶湯を駆動することが出来る。

【 0 0 6 2 】

また、回転移動磁界装置本体 8 を U 字型の通路部材 4 1 のいわゆる U 字の内側に設けたが、この通路部材 4 1 の U 字の外側に設けるとすることもできる。さらには、通路部材 4 1 (溶湯通路 4 1 a) を挟むように U 字の内側と外側に都合 2 つの回転移動磁界装置本体 8 を設けることもできる。

【 0 0 6 3 】

なお、上記の実施形態では、1 つの回転移動磁界装置本体 8 からの磁力線 M L を共用して、渦電流による電磁力 f_e とフレミングの法則に従った電磁力 f の 2 つを得るようにした。しかしながら、技術的には、回転移動磁界装置本体 8 からの磁力線 M L によっては渦電流による電磁力 f_e のみを得るようにし、フレミングの法則に従った電磁力 f を得るために、前記一対の電極 2 a、2 a を図 8 (a) とは別の位置に設け且つ別体の磁場装置を設け、別の位置に設けた一対の電極 2 a、2 a と別体の磁場装置によってフレミングの法則に従った電磁力 f を得るようにすることも考えられる。ただし、この場合には、いわゆる磁場を発生させるための装置が 2 つ必要となり、コスト高となるだけでなく、装置自体も大きな設置面積を必要とすることになるのは避けられない。以上のことは、後述する図 1 1 (a)、(b) に示す実施形態においても同様に言える。つまり、図 1 1 (a) において、回転移動磁界装置本体 8 の他にもう 1 つ磁場装置を設け、前記磁場装置との関係でフレミングの法則に従った電磁力 f が生じる位置に一対の電極 2 a、2 a を設けることができる。この場合にも、上述のように、装置のコスト高と大型化が避けられない。

【 0 0 6 4 】

(第 5 実施形態)

図 9 (a)、(b) は、本発明の第 5 実施形態の平面説明図、その b - b 線縦断面説明図である。この第 5 実施形態が前記図 8 (a)、(b) の第 4 実施形態と異なる点は、攪拌部 4 0 A の構成にある。つまり、この実施形態は、メインバス部 3 0 A と連通する攪拌室 4 0 A 1 を作り、そこで溶湯 M を合成駆動力 F で駆動するようにした実施形態である。

【 0 0 6 5 】

より詳しくは、この第 5 実施形態の金属溶湯攪拌装置は、メインバス部 3 0 A と攪拌部 4 0 A を有する。

【 0 0 6 6 】

メインバス部 3 0 A は溶湯 M を収納する炉本体 1 を有する。

【 0 0 6 7 】

攪拌部 4 0 A における横断面がほぼ U 字型の側壁 1 a 1 は、炉本体 1 の 1 つの側壁 1 a に繋がるものとして構成されている。この側壁 1 a 1 によって、メインバス部 3 0 A の炉本体 1 の内部に連通する攪拌部 4 0 A の攪拌室 4 0 A 1 が形成される。

【 0 0 6 8 】

特に図 9 (a) から分かるように、炉本体 1 内と攪拌室 4 0 A 1 とが開口 5 0 によって連通している。前記攪拌室 4 0 A 1 の内に溶湯の流れの方向に沿って仕切板 4 0 A 0 が立設されている。この仕切板 4 0 A 0 によって前記開口 5 0 が 2 つに仕切られて開口 5 0 A、5 0 B に仕切られ、さらに前記攪拌室 4 0 A 1 が図中上下の 2 つの部屋、つまり、第 1 の室 4 0 A 1 1 と第 2 の室 4 0 A 1 2 に仕切られる。前記仕切板 4 0 A 0 は軸部 4 0 A 1 0 の回りに回動可能に設けられている。この仕切板 4 0 A 0 の回動によって、第 1 の室 4 0 A 1 1 の開口 5 0 A と第 2 の室 4 0 A 1 2 の開口 5 0 B の幅が調整され、後述するように、溶湯の流れが最適とされる。前記軸部 4 0 A 1 0 と側壁 1 a 1 の内側との間には溶湯

Mの流れを許容する隙間Gが形成されている。これにより、後述するように、溶湯Mは、メインバス部30Aの炉本体1の内部から開口50A、第1の室40A11、隙間G、第2の室40A12、開口50B、炉本体1と循環可能とされている。

【0069】

前記仕切板40A0は、仕切板本体40A01と、前記軸部40A10とを有するものとして構成されている。前記軸部40A10(2a)は導電性材料で作製されており、前記一对の電極2a、2aの一方として機能する。他方の電極2aは前記側壁1a1の内側に複数設けられている。これにより、1つの前記軸部40A10(2a)と複数の前記電極2aとの間に溶湯Mを介して電流Iが横向きに流れる。つまり、横向きに電流Iの複数のパスが構成される。一方の電極40A10(2a)及び他方の複数の前記電極2aは電源装置3の両極の端子にそれぞれ接続されている。

10

【0070】

さらに、特に図9(b)から分かるように、前記攪拌部40Aにおいては、攪拌室40A1の底壁の下方に回転移動磁界装置20が設けられている。この回転移動磁界装置20内には回転移動磁界装置本体8が上下方向に沿った軸の回りに回転可能に設けられている。この回転移動磁界装置本体8としては図7(a)、(b)又は(c)に示すもの等を用いることができる。例えば図7(a)、(b)に示すものを用いた場合には、図9(b)に示すように磁力線MLが立ち上がる。

【0071】

この磁力線MLと、軸部40A10(2a)と電極2aとの間に流れる電流Iと、の交差により、フレミングの左手の法則による第2の電磁力fが発生する。且つ、前記回転移動磁界装置本体8の回転に伴って渦電流による第1の電磁力feも発生する。よって、これらの2つの電磁力f、feの合成駆動力Fによって、溶湯Mは矢印AR5(図9(a))の方向に駆動される。これにより、溶湯Mは炉本体1内において、矢印AR51に示すように回転攪拌される。

20

【0072】

(第6実施形態)

図10(a)、(b)は、本発明の第6実施形態を示し、図9(a)、(b)の回転移動磁界装置20を攪拌室40A1の上方に設置した場合を示す。なお、回転移動磁界装置本体8は、図9(b)の場合と反転して設置されているのは当然である。

30

【0073】

(第7実施形態)

図11(a)、(b)は、第7実施形態の縦断説明図、b-b線断面説明図を示す。

【0074】

この第7実施形態は、2つの溶解炉、つまり、メインバス部100、101を備える。メインバス部100の炉本体100Aからメインバス部101の炉本体101Aへ溶湯Mを移動させる金属溶湯移送装置を有する金属溶湯炉システムを示す。

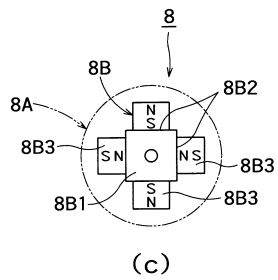
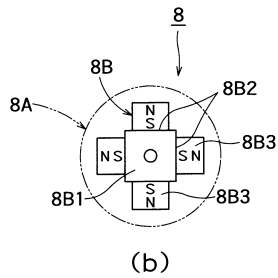
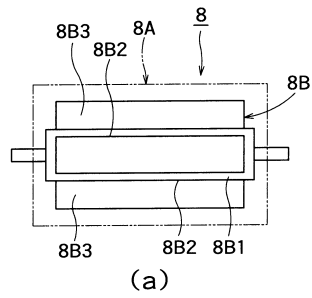
【0075】

即ち、一方のメインバス部100と他方のメインバス部101は、それぞれの底壁100a、101aに開口100b、101bが穿けられている。これらの開口100b、101bはほぼU字型に湾曲した中空の通路部材103で互いに連通されている。この通路部材103の横断面形状は図11(b)に示される。ここからわかるように、通路部材103の内部の連通路103aの横断面形状は矩形をしている。前記通路部材103の前記連通路103aを挟んで幅方向に向かい合う一对の側壁103b、103bの内面に、一对の電極2a、2aを設けている。これらの一对の電極2a、2aは、図11(a)に示すように、通路部材103の上下方向に折れ曲がった湾曲部分103cの上方に設けられている。この湾曲部分103cの内側(上方部分)に回転移動磁界装置本体8が横向きに設けられている。この回転移動磁界装置本体8は図3(a)、(b)、(c)、図4(a)、(b)、(c)に示される。前記電極2a、2aは電源装置3に接続されている。

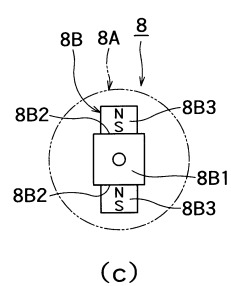
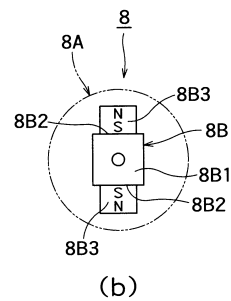
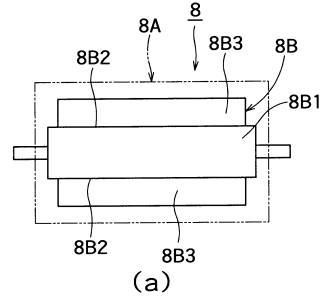
40

50

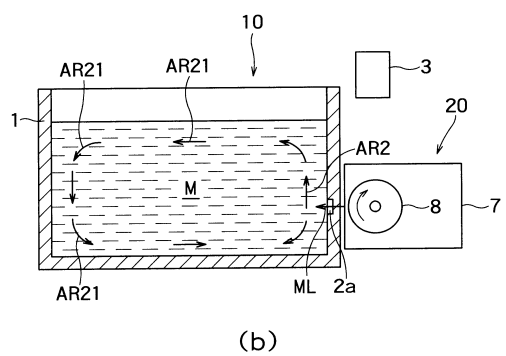
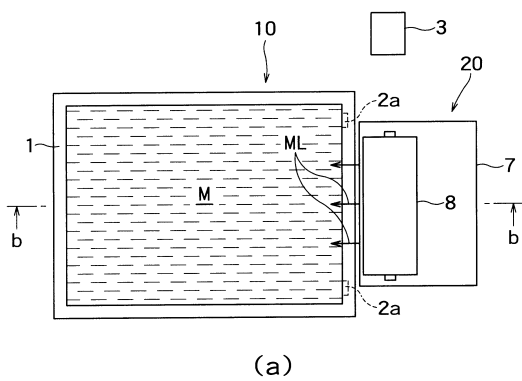
【 図 3 】



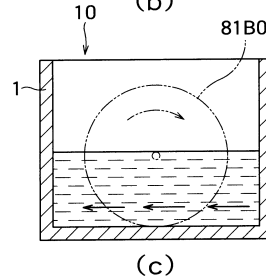
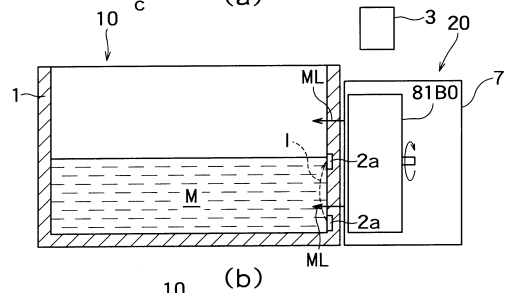
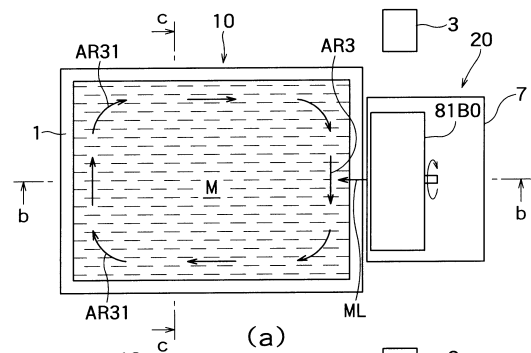
【 図 4 】



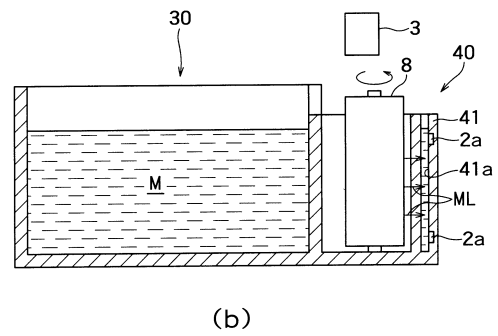
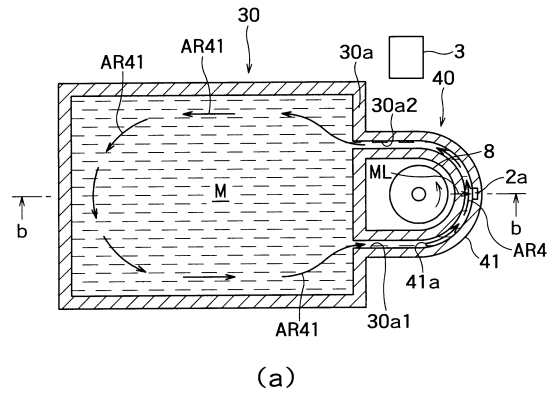
【圖 5】



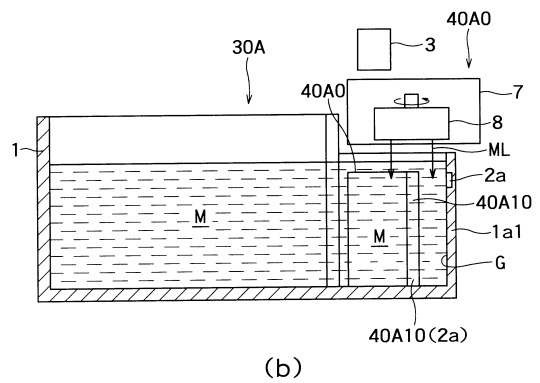
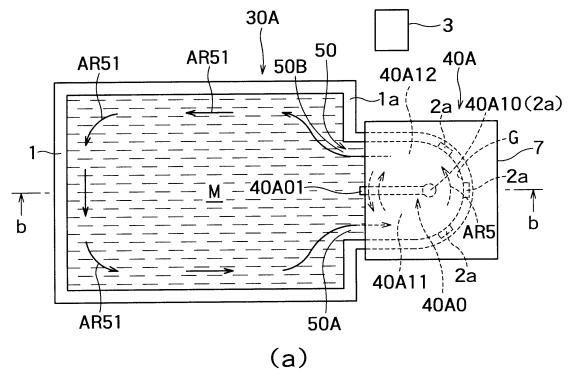
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 2 7 D 2 7 / 0 0
F 2 7 B 3 / 0 0 - 3 / 2 8