

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4358380号
(P4358380)

(45) 発行日 平成21年11月4日 (2009. 11. 4)

(24) 登録日 平成21年8月14日 (2009. 8. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 F 6/00 (2006. 01)

H O 1 F 7/22 Z A A Z

F 2 7 B 5/04 (2006. 01)

F 2 7 B 5/04

F 2 7 B 5/10 (2006. 01)

F 2 7 B 5/10

F 2 7 B 5/13 (2006. 01)

F 2 7 B 5/13

F 2 7 B 5/14 (2006. 01)

F 2 7 B 5/14

請求項の数 7 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-273659
 (22) 出願日 平成11年9月28日 (1999. 9. 28)
 (65) 公開番号 特開2001-102211 (P2001-102211A)
 (43) 公開日 平成13年4月13日 (2001. 4. 13)
 審査請求日 平成18年2月21日 (2006. 2. 21)

(73) 特許権者 000002107
 住友重機械工業株式会社
 東京都品川区大崎二丁目1番1号
 (74) 代理人 100077838
 弁理士 池田 憲保
 (74) 代理人 100082924
 弁理士 福田 修一
 (74) 代理人 100129023
 弁理士 佐々木 敬
 (73) 特許権者 506284061
 株式会社フューテックファーマス
 神奈川県横浜市金沢区福浦2-7-33
 (74) 代理人 100077838
 弁理士 池田 憲保

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁界中熱処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

減圧された容器内に配置された被処理部材に磁界を印加しながら加熱処理を行う磁界中熱処理装置において、

前記容器の周囲に加熱用のヒータを配置すると共に、磁界発生手段として超伝導コイルを含む超伝導磁石装置を配置し、

更に、前記超伝導コイルを冷却する冷却装置を備え、

該冷却装置は、前記ヒータを含む前記容器の周囲に配置されて前記超伝導コイルを収容した二重筒型の真空容器と、前記超伝導コイルを冷却するために前記真空容器内にその下部側から挿入して取付けられた極低温冷凍機を含み、該極低温冷凍機の冷凍ステージと、前記真空容器内で前記超伝導コイルを支持しているコイル冷却用熱伝導体とを伝熱部材を介して接続したことを特徴とする磁界中熱処理装置。

【請求項2】

請求項1記載の磁界中熱処理装置において、前記被処理部材は基板状であって複数枚の基板状被処理部材が基板ホルダにより板面が水平になるように前記容器内に保持されており、前記超伝導磁石装置は、前記基板状被処理部材にその板面に平行な磁界を作用させるように、前記容器を間にして縦にして対向配置された少なくとも一対の超伝導コイルを有することを特徴とする磁界中熱処理装置。

【請求項3】

請求項2記載の磁界中熱処理装置において、前記容器は上下方向に延在するように配置さ

れた石英管であって真空引き用の排気系に接続されており、前記容器の上部は蓋部材により開閉可能にされ、該蓋部材には、該蓋部材を貫通して前記容器内に延びる回転軸を持つ回転駆動機構が設けられており、前記回転軸に前記基板ホルダが取り付けられており、前記蓋部材を前記回転駆動機構及び前記基板ホルダと共に上下動させて前記基板ホルダを前記容器外に出すための上下駆動機構を備えていることを特徴とする磁界中熱処理装置。

【請求項4】

請求項1記載の磁界中熱処理装置において、前記被処理部材は基板状であって複数枚の基板状被処理部材が基板ホルダにより板面が上下方向に平行になるように前記容器内に保持されており、前記超伝導磁石装置は、前記基板状被処理部材にその板面に平行な磁界を作用させるように、水平状態で前記容器を取り囲んでいる少なくとも1つの超伝導コイルを有することを特徴とする磁界中熱処理装置。

10

【請求項5】

請求項4記載の磁界中熱処理装置において、前記容器は上下方向に延在するように配置された石英管であって真空引き用の排気系に接続されており、前記基板ホルダは、支持部材を介して前記容器内において水平軸を中心として回転可能に保持されており、前記容器の上部は蓋部材により開閉可能にされ、該蓋部材には、該蓋部材を貫通して前記容器内に延びる回転軸を持つ回転駆動機構が設けられており、前記基板ホルダと前記回転軸の下端部との間には、該回転軸の回転運動を前記基板ホルダの前記水平軸を中心とする回転運動に変換する変換機構が設けられており、前記蓋部材を前記回転駆動機構、前記変換機構及び前記基板ホルダと共に上下動させて前記基板ホルダを前記容器外に出すための上下駆動機構を備えていることを特徴とする磁界中熱処理装置。

20

【請求項6】

請求項4あるいは5記載の磁界中熱処理装置において、前記超伝導コイルを上下方向に間隔をおいて2つ有することを特徴とする磁界中熱処理装置。

【請求項7】

請求項6記載の磁界中熱処理装置において、前記2つの超伝導コイルの間隔を可変とする機構を備えていることを特徴とする磁界中熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

30

本発明は、減圧された容器、特に真空容器内に配置された被処理部材に磁界を印加しながら加熱処理を行う磁界中熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の磁界中熱処理装置としては、例えば磁気抵抗効果型ヘッドを製造するための処理装置が知られている。これは、最近、巨大磁気抵抗効果ヘッド（GMRヘッド）と呼ばれる再生ヘッドが提案されており、その製造過程において磁界を印加しながら熱処理を行うという必要性から提供されたものである。巨大磁気抵抗効果ヘッドの製造方法は、例えば特開平10-222815号公報に開示されている。

【0003】

40

【発明が解決しようとする課題】

上記のような製造方法に使用されるこれまでの磁界中熱処理装置は、磁界発生手段として通常の電磁石装置を使用している。このような電磁石装置を使用した場合、必要な磁界を得るためには非常に大きなものが必要となり、このため、磁界中熱処理装置の重量が非常に大きくなり、設置床の耐荷重を確保する必要性から、建屋の費用が増大し、設置場所も限定されるという問題があった。また、通常の電磁石装置は、消費電力が大きく、発生する熱量が大きいことから冷却系に供給する水量が大となり、ランニングコストが大きくなる問題もあった。更に、通常の電磁石装置では、発生磁界強度に限界（最大1.5T）がある。これに対し、最近の研究により、巨大磁気抵抗効果ヘッドの磁気抵抗効果を向上、安定させるためには大きな磁界印加が効果的であることが明らかになっている。

50

【0004】

これまでの電磁石装置を使用した磁界中熱処理装置（有効熱処理範囲： $\phi 152 \times L100$ mm、磁界強度1.5 T）の場合、装置本体重量は約7000 kgであり、電源容量は200 V、190 kVA、冷却水量は100リットル／minが必要とされている。

【0005】

そこで、本発明の課題は、装置重量の軽減を実現できる磁界中熱処理装置を提供することにある。

【0006】

本発明の他の課題は、電力量、冷却水量等のユーティリティの低減を実現できる磁界中熱処理装置を提供することにある。

【0007】

本発明の更に他の課題は、発生磁場強度の増加を実現できる磁界中熱処理装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、減圧された容器内に配置された被処理部材に磁界を印加しながら加熱処理を行う磁界中熱処理装置において、前記容器の周囲に加熱用のヒータを配置すると共に、磁界発生手段として超伝導コイルを含む超伝導磁石装置を配置し、更に、前記超伝導コイルを冷却する冷却装置を備え、該冷却装置は、前記ヒータを含む前記容器の周囲に配置されて前記超伝導コイルを収容した二重筒型の真空容器と、前記超伝導コイルを冷却するために前記真空容器内にその下部側から挿入して取付けられた極低温冷凍機を含み、該極低温冷凍機の冷凍ステージと、前記真空容器内で前記超伝導コイルを支持しているコイル冷却用熱伝導体とを伝熱部材を介して接続したことを特徴とする磁界中熱処理装置が提供される。

【0009】

本発明の好ましい第1の態様によれば、前記被処理部材は基板状であって複数枚の基板状被処理部材が基板ホルダにより板面が水平になるように前記容器内に保持されており、前記超伝導磁石装置は、前記基板状被処理部材にその板面に平行な磁界を作用させるように、前記容器を間にして縦にして対向配置された少なくとも一対の超伝導コイルを有する。

【0010】

第1の態様においてはまた、前記容器は上下方向に延在するように配置された石英管であって真空引き用の排気系に接続されており、前記容器の上部は蓋部材により開閉可能にされ、該蓋部材には、該蓋部材を貫通して前記容器内に延びる回転軸を持つ回転駆動機構が設けられており、前記回転軸に前記基板ホルダが取り付けられており、前記蓋部材を前記回転駆動機構及び前記基板ホルダと共に上下動させて前記基板ホルダを前記容器外に出すための上下駆動機構を備えていることを特徴とする。

【0011】

本発明の好ましい第2の態様によれば、前記被処理部材は基板状であって複数枚の基板状被処理部材が基板ホルダにより板面が上下方向に平行になるように前記容器内に保持されており、前記超伝導磁石装置は、前記基板状被処理部材にその板面に平行な磁界を作用させるように、水平状態で前記容器を取り囲んでいる少なくとも1つの超伝導コイルを有する。

【0012】

第2の態様においてはまた、前記容器は上下方向に延在するように配置された石英管であって真空引き用の排気系に接続されており、前記基板ホルダは、支持部材を介して前記容器内において水平軸を中心として回転可能に保持されており、前記容器の上部は蓋部材により開閉可能にされ、該蓋部材には、該蓋部材を貫通して前記容器内に延びる回転軸を持つ回転駆動機構が設けられており、前記基板ホルダと前記回転軸の下端部との間には、該回転軸の回転運動を前記基板ホルダの前記水平軸を中心とする回転運動に変換する変換機構が設けられており、前記蓋部材を前記回転駆動機構、前記変換機構及び前記基板ホルダ

10

20

30

40

50

と共に上下動させて前記基板ホルダを前記容器外に出すための上下駆動機構を備えていることを特徴とする。

【0013】

第2の態様においては更に、前記超伝導コイルを上下方向に間隔をおいて2つ有するようにしても良く、この場合、前記2つの超伝導コイルの間隔を可変とする機構を備えていても良い。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1を参照して、本発明による磁界中熱処理装置の第1の実施の形態について説明する。本装置は主に、磁気抵抗効果型ヘッドの製造プロセスに適用される。図1において、超伝導磁石装置10のボア内に、架枠1を介して石英管による真空容器11を配置している。真空容器11内には、基板ホルダ12により磁気抵抗効果型ヘッド材料が蒸着された円形の基板13を複数枚配置する。基板13は主平面が超伝導磁石装置10からの磁界に平行になるように、基板ホルダ12により保持されている。すなわち、この形態では、超伝導磁石装置10を構成している一对の超伝導コイル10-1が、真空容器11内に水平方向に磁界を作用させるように、真空容器11を間にして縦に対向配置されており、基板13は主平面が水平になるように保持されている。このような超伝導磁石装置10は、横磁場を生成するためのもので、ヘルムホルツ式と呼ばれている。なお、超伝導磁石装置10は、図1では超伝導コイル10-1のみを象徴的に示しているが、様々なものが提供されている。したがって、ここでは、超伝導磁石装置の詳細な構造説明は省略する。

【0015】

基板ホルダ12は、回転軸14の下端部に取り付けられている。回転軸14は真空容器11の外部に引き出され、回転軸14を回転させるためのモータ等による回転装置15に連結されている。回転装置15は支持枠16に装着されており、支持枠16はその両側においてボールネジ機構によりネジ軸17に螺合している。2本のネジ軸17は、回転駆動機構18によりチェーン、その他の連結機構を介して回転可能にされており、2本のネジ軸17が回転することにより、支持枠16はボールネジ機構により上下動可能にされている。すなわち、ボールネジ機構とネジ軸17及びその回転駆動機構18は、回転装置15、基板ホルダ12を上下動させるための上下駆動機構を構成している。

【0016】

なお、真空容器11の上端部には開口が設けられている。この開口は、基板ホルダ12の上下動に伴う出し入れを可能にするためのものであり、塞がれなければ成らない。このために、回転装置15の直下の支持枠16には、蓋部材19が設けられている。この蓋部材19は、支持枠16を下動させることにより基板ホルダ12が真空容器11内の所定位置に位置した時（図1に一点鎖線で示した位置）に、真空容器11の開口を密閉することができるように構成されている。

【0017】

真空容器11は、真空引き用の排気装置20に連結されている。また、真空容器11の周囲には、加熱用のヒータ21が配設されている。

【0018】

このような構成により、基板13の加熱処理に際しては、まず基板ホルダ12に複数の基板13をセットし、支持枠16を下動させて基板ホルダ12を真空容器11内に位置させると共に、蓋部材19で真空容器11の開口を塞いだ状態にする。次に、排気装置20を起動して真空容器11内の真空引きを行う。真空容器11内が所定の減圧状態になったら、ヒータ21に通電して加熱を行うと共に、超伝導磁石装置10により磁界を印加する。必要に応じ、回転装置15により基板13を回転させることにより、印加磁界の角度を変える。加熱処理が終了したら真空容器11内の減圧状態を開放し、支持枠16を上動させて基板ホルダ12を真空容器11の外に出す。処理された基板13を未処理の基板13と交換して上記の動作を繰り返す。

【0019】

なお、冷凍機冷却式の超伝導磁石装置 10 を使用した磁界中熱処理装置は、装置本体重量：約 2,500 kg（通常の電磁石装置を使用した場合の約 1/3）、使用電力量：200 V, 25 kVA（通常の電磁石装置を使用した場合の約 1/8）、冷却水量：28 リットル/min（通常の電磁石装置を使用した場合の約 1/4）である。また、磁気抵抗効果型ヘッド素材、例えば窒化アルミニウムの特性の均一性を確保するために、下記精度が実現できる。発生磁界強度は約 3 T まで可能（有効熱処理範囲： $\phi 200 \times L 200$ mm 以内）であり、磁界精度は、磁界均一度： $\pm 2\%$ 以内（有効熱処理範囲内において）、スキュー角：1 度以内（有効熱処理範囲内において）である。また、有効熱処理間隔：150～350 mm である。

【0020】

図 2、図 3 を参照して、本発明による磁界中熱処理装置の第 2 の実施の形態について説明する。図 1 に示された第一の実施の形態と同じ構成要素には同一番号を付している。本装置も主に、磁気抵抗効果型ヘッドの製造プロセスに適用される。図 2 において、超伝導磁石装置 30 のボア内に、架枠 1 を介して石英管による真空容器 11 を配置している。真空容器 11 内には、基板ホルダ 40 により磁気抵抗効果型ヘッド材料が蒸着された円形の基板 13 を複数枚配置する。基板 13 は主平面が超伝導磁石装置 30 からの磁界に平行になるように、上下方向に平行、すなわち縦にして基板ホルダ 40 により保持されている。すなわち、この形態では、超伝導磁石装置 30 を構成している超伝導コイル 30-1 が、真空容器 11 内で上下方向に磁界を作用させるように、真空容器 11 を取り囲むようにして水平状態に配置されており、基板 13 は主平面が縦になるように保持されている。このような超伝導磁石装置 30 は、縦磁場を生成するためのもので、ソレノイド式と呼ばれている。本形態においても、超伝導磁石装置 30 は、図 2 では超伝導コイル 30-1 のみを象徴的に示しているが、様々なものが提供されている。例えば、本出願人により、単結晶引き上げ装置用の冷凍機冷却式の超伝導磁石装置が提案（特願平 10-286795 号あるいは特開平 11-199367）されており、本形態においてはこのような超伝導磁石装置を使用することができる。したがって、ここでも、超伝導磁石装置の詳細な構造説明は省略する。

【0021】

基板ホルダ 40 は、図 3 に示されるように、2 本の支持部材 41 を介して真空容器 11 内において水平軸 42 を中心として回転可能に保持されている。水平軸 42 は 2 本の支持部材 41 に回転可能に軸支されている。基板ホルダ 40 と回転軸 14 の下端部との間には、回転軸 14 の回転運動を基板ホルダ 40 の水平軸 42 を中心とする回転運動に変換する変換機構 50 が設けられている。変換機構 50 は、回転軸 14 の下端部に取り付けられた傘歯車 51 と、基板ホルダ 40 の一端側に取り付けられたクラウン歯車 52 とで構成される。なお、このような変換機構はあくまでも一例であり、他の周知の機構を用いて様々な形態で実現することができる。例えば、ウォーム歯車やスチールベルトを用いて回転伝達を行うことができる。

【0022】

回転軸 14 は真空容器 11 の外部に引き出され、回転軸 14 を回転させるためのモータ等による回転装置 15 に連結されている。回転装置 15 は支持枠 16 に装着されており、支持枠 16 はその両側においてボールネジ機構によりネジ軸 17 に螺合している。2 本のネジ軸 17 は、回転駆動機構 18 によりチェーン、その他の連結機構を介して回転可能にされており、2 本のネジ軸 17 が回転することにより、支持枠 16 はボールネジ機構により上下動可能にされている。

【0023】

図 1 で説明したように、真空容器 11 の上端部には開口が設けられているので、回転装置 15 の直下の支持枠 16 に蓋部材 19 が設けられている。この蓋部材 19 は、支持枠 16 を下動させることにより基板ホルダ 40 が真空容器 11 内の所定位置に位置した時（図 2 に一点鎖線で示した位置）に、真空容器 11 の開口を密閉することができるように構成されている。

10

20

30

40

50

【0024】

真空容器11は、真空引き用の排気装置20に連結されている。また、真空容器11の周囲には、加熱用のヒータ21が配設されている。

【0025】

このような構成により、基板13の加熱処理に際しては、まず基板ホルダ40に複数の基板13をセットし、支持枠16を下動させて基板ホルダ40を真空容器11内に位置させると共に、蓋部材19で真空容器11の開口を塞いだ状態にする。次に、排気装置20を起動して真空容器11内の真空引きを行う。真空容器11内が所定の減圧状態になったら、ヒータ21に通電して加熱を行うと共に、超伝導磁石装置30により磁界を印加する。必要に応じ、回転装置15及び変換機構50により基板13を回転させることにより、印加磁界の角度を変える。加熱処理が終了したら真空容器11内の減圧状態を開放し、支持枠16を上動させて基板ホルダ40を真空容器11の外に出す。処理された基板13を未処理の基板13と交換して上記の動作を繰り返す。

10

【0026】

なお、図2では、超伝導磁石装置30は超伝導コイル30-1を1つ備えているが、超伝導コイルは上下方向に間隔をおいて2つ備えられても良い。この場合には、2つの超伝導コイルの間隔を可変とする機構を備えていても良い。このような例は、後で説明される。

【0027】

図4を参照して、第1の実施の形態と第2の実施の形態における超伝導磁石装置のサイズについて比較する。図4(a)はヘルムホルツ式と呼ばれる第1の実施の形態における超伝導磁石装置であり、図4(b)はソレノイド式と呼ばれる第2の実施の形態における超伝導磁石装置である。磁場強度、磁界の均一度、スキュー角、漏れ磁場強度を同等と仮定した場合、ソレノイド式の方がヘルムホルツ式に比べて高さ方向の寸法を約半分に縮小できる。本形態による磁界中熱処理装置は、クリーンルームに設置されることが多いので、高さ寸法、重量に制限があり、特に高さ寸法を小さくできることはクリーンルームへの設置に際して大きなメリットとなる。

20

【0028】

第2の実施の形態によれば、ソレノイド式の冷凍機冷却式超伝導磁石装置を適用することにより、ヘルムホルツ式の冷凍機冷却式超伝導磁石装置を適用するよりもさらに装置がコンパクトになる。ソレノイド式の超伝導磁石装置30を使用した磁界中熱処理装置は、装置本体重量：約1,800kg（通常の電磁石装置を使用した場合の約1/4）、使用電力量：200V, 25kVA（通常の電磁石装置を使用した場合の約1/8）、冷却水量：28リットル/min（通常の電磁石装置を使用した場合の約1/4）である。また、発生磁界強度は約5Tまで可能（有効熱処理範囲： $\phi 200 \times L 200$ mm以内）であり、磁界精度は、磁界均一度： $\pm 2\%$ 以内（有効熱処理範囲内において）、スキュー角：1度以内（有効熱処理範囲内において）である。また、超伝導磁石装置の室温ボア径： $\phi 200 \sim \phi 500$ mmである。

30

【0029】

図5、図6を参照して、第2の実施の形態による磁界中熱処理装置の詳細な構造について説明する。図2、図3と同じ部分には同一番号を付している。図5、図6において、超伝導磁石装置30のボア内に、架枠1を介して真空容器11を配置している。真空容器11内には、基板ホルダ40により円形の基板13を複数枚配置する。基板13は主平面が超伝導磁石装置30からの磁界に平行になるように、縦にして基板ホルダ40により保持されている。ここでは、超伝導磁石装置30を構成している2つの超伝導コイル30-1、30-2が、上下方向に間隔をおいて真空容器11を取り囲むようにして水平状態に配置されており、真空容器11内で上下方向に磁界を作用させる。

40

【0030】

基板ホルダ40は、前に述べたように、2本の支持部材41を介して真空容器11内において水平軸42を中心として回転可能に保持されている。基板ホルダ40と回転軸14の下端部との間には、回転軸14の回転運動を基板ホルダ40の水平軸42を中心とする回

50

転運動に変換する変換機構 50 が設けられている。回転軸 14 は真空容器 11 の外部に引き出され、回転軸 14 を回転させるための回転装置 15 に連結されている。回転装置 15 は支持枠 16 に装着されており、支持枠 16 はその両側においてボールネジ機構によりネジ軸 17 に螺合している。2本のネジ軸 17 は、回転駆動機構 18 により連結機構を介して回転可能にされており、2本のネジ軸 17 が回転することにより、支持枠 16 はボールネジ機構により上下動可能にされている。

【0031】

前に述べたように、真空容器 11 の上端部には開口 11a が設けられているので、支持枠 16 に蓋部材 19 が設けられている。この蓋部材 19 は、支持枠 16 を下動させることにより基板ホルダ 40 が真空容器 11 内の所定位置に位置した時に、真空容器 11 の開口を密閉することができるように構成されている。

10

【0032】

真空容器 11 は、真空引き用の排気装置 20 に連結されている。排気装置 20 は、真空引き用のクライオポンプ 22 を備えている。また、真空容器 11 の周囲には、加熱用のヒータ 21 に加えて、その周囲に水冷ジャケット 23 が配設されている。この水冷ジャケット 23 は、ヒータ 21 の発熱が超伝導磁石装置 30 に及ぼす熱的影響を防止するためのものである。

【0033】

本例では更に、上方に移動させた回転軸 14、回転装置 15、基板ホルダ 40 等の組合わせ体を、図 5 に一点鎖線で示すような側方に移動させる移動機構 60 を備えている。これは基板 13 の交換作業を容易にするためである。この移動機構 60 は次のようにして構成されている。支持枠 16 を、回転装置 15 側と一体の一对の第 1 の支持枠部 16-1 と、ネジ軸 17 に組み合わされるボールネジ機構を持つ一对の第 2 の支持枠部 16-2 とに分割する。第 2 の支持枠部 16-2 には、側方への移動を案内するレール 16-3 を設け、第 1 の支持枠部 16-1 にはレール 16-3 上を走行可能なスライド体 16-4 を設けている。なお、一对のレール 16-3 は図 6 の面に対して表裏方向に延びている。そして、回転軸 14、回転装置 15、基板ホルダ 40 等の組合わせ体を、一体的に側方に駆動する空気圧シリンダ機構 61 を一方の第 1 の支持枠部 16-1 と第 2 の支持枠部 16-2 との間に設けている。

20

【0034】

参考のために、図 7 を参照して、前記した特願平 10-286795 号により提案されている冷凍機冷却型の超伝導磁石装置について簡単に説明する。図 7 において、本超伝導磁石装置は、磁界を発生するための上下一対の超伝導コイル 71a、71b を収容した密閉構造の真空容器 70 と、真空容器 70 の下面側から内部に配置され、超伝導コイル 71a、71b を冷却するための 2 つの極低温冷凍機（以下、冷凍機と呼ぶ）72a、72b とを備えている。なお、冷凍機は 1 台の場合もある。

30

【0035】

冷凍機 72a、72b には、冷媒であるヘリウムガスを圧縮して供給、循環するための圧縮機が接続される。簡単に言えば、図示されている冷凍機 72a、72b は、ヘリウムガスの導入及び排出を切替えるためのロータリバルブを切替える電動機と、ディスプレイ 40 に連結されてその往復運動を回転運動に変え、その往復運動の上下限を設定するための運動変換機構を備えている。詳しくは、特公昭 63-53469 に開示されているので、図示、説明は省略する。超伝導コイル 71a、71b は、真空容器 70 内で巻枠としてのコイル冷却用熱伝導体 73 で支持されている。

40

【0036】

冷凍機 72a、72b はそれぞれ、50 K の第一段コールドヘッドを持つ第一段目の冷凍ステージ 72-1 と 4 K の第二段コールドヘッドを持つ第二段目の冷凍ステージ 72-2 とを持つ 2 段式冷凍機である。冷凍ステージ 72-1、72-2 を収容しているスリーブ 80 の内部空間は真空容器 70 の内部空間と完全に仕切られると共に、外部に対しても完全にシールされる。スリーブ 80 の先端伝熱部材 80-1 は、コイル冷却用熱伝導体 73

50

に設けられた接続部 73-1 の近くに位置している。そして、先端伝熱部材 80-1 と接続部 73-1 との間を、可撓性を有する多層板状伝熱部材 74 で接続している。その結果、コイル冷却用熱伝導体 73 とスリーブ 80 との間の熱収縮による応力発生が防止される。

【0037】

真空容器 70 は、二重円筒構造を有しており、コイル冷却用熱伝導体 73 も円筒形状に作られている。超伝導コイル 71a、71b は、コイル冷却用熱伝導体 73 の上下において真空容器 70 の中心と同心となるように巻回されている。更に、2つの超伝導コイル 71a、71b 及びコイル冷却用熱伝導体 73 は、スリーブ 80 の上部と共に、真空容器 70 内に配置された二重円筒型の熱輻射シールド体 75 に収容されている。この熱輻射シールド体 75 は、輻射熱の侵入を防止するためのものである。スリーブ 80 は、熱輻射シールド体 75 の底部を貫通して上方に延びている。真空容器 70 の外周には磁気シールド体 90 を設けて、外周部の漏洩磁界を低減できるようにしている。

10

【0038】

以上、本発明を好ましい 2つの実施の形態について説明したが、本発明は磁気抵抗効果型ヘッドの磁界中熱処理だけでなく、磁界を印加しながら熱処理が必要な材料プロセス全般に適用可能である。

【0039】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、装置重量の軽減を実現できる他、使用電力量、冷却水量等のユーティリティの低減を実現でき、更に発生磁場強度の増加を実現できる磁界中熱処理装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による磁界中熱処理装置の第 1 の実施の形態の概略構成を示した図である。

。

【図 2】本発明による磁界中熱処理装置の第 2 の実施の形態の概略構成を示した図である。

。

【図 3】図 2 に示された基板ホルダに組みわされる回転変換機構の一例を示した図である。

。

【図 4】図 1 に示された第 1 の実施の形態と図 2 に示された第 2 の実施の形態を、装置サイズについて比較説明するための図である。

30

【図 5】図 2 に示された磁界中熱処理装置の詳細な構造を示した図である。

【図 6】図 5 に示された装置を図 5 の側方から見た図である。

【図 7】本発明に使用されるソレノイド式の冷凍機冷却式超伝導磁石装置の構造を示した断面図である。

【符号の説明】

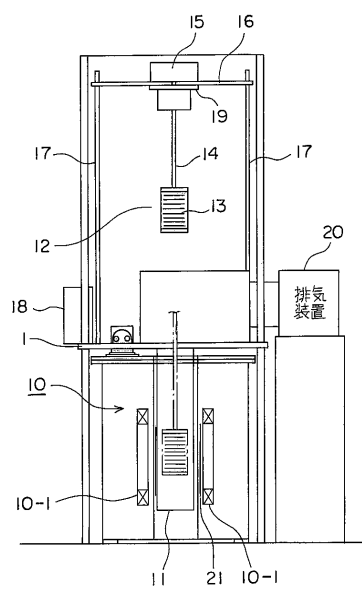
- 1 架枳
- 10 ヘルムホルツ式の冷凍機冷却式超伝導磁石装置
- 10-1、30-1 超伝導コイル
- 11 真空容器
- 12、40 基板ホルダ
- 13 基板
- 14 回転軸
- 15 回転装置
- 16 支持枳
- 16-1 第 1 の支持枳部
- 16-2 第 2 の支持枳部
- 17 ネジ軸
- 18 回転駆動機構
- 19 蓋部材

40

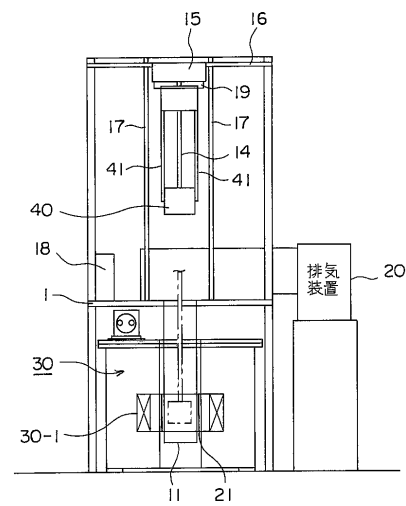
50

- 20 排気装置
- 21 ヒータ
- 22 クライオポンプ
- 23 水冷ジャケット
- 30 ソレノイド式の冷凍機冷却式超伝導磁石装置

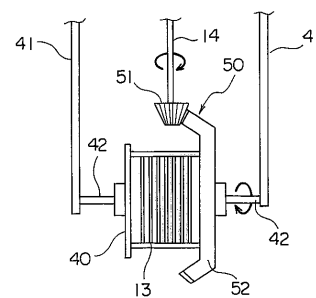
【図 1】



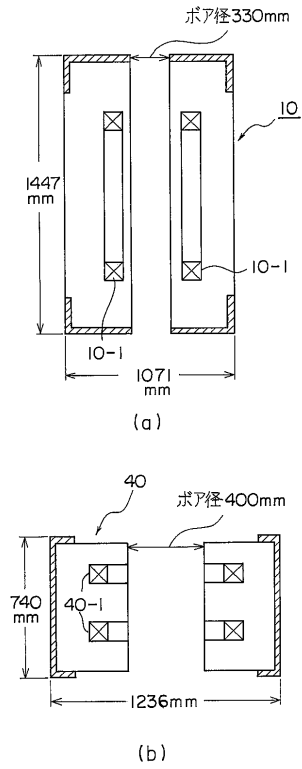
【図 2】



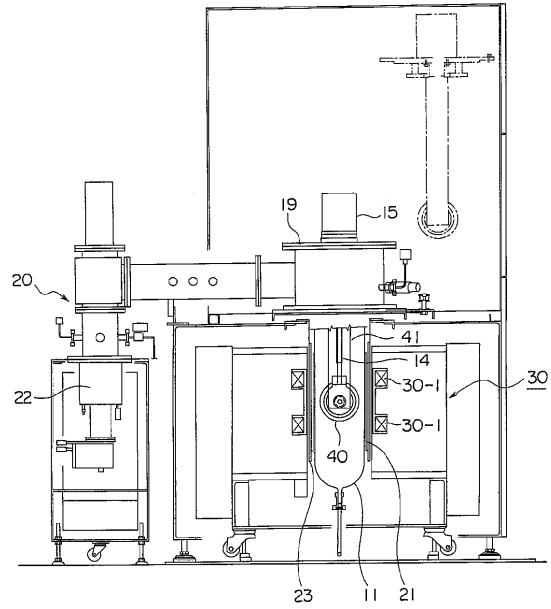
【図 3】



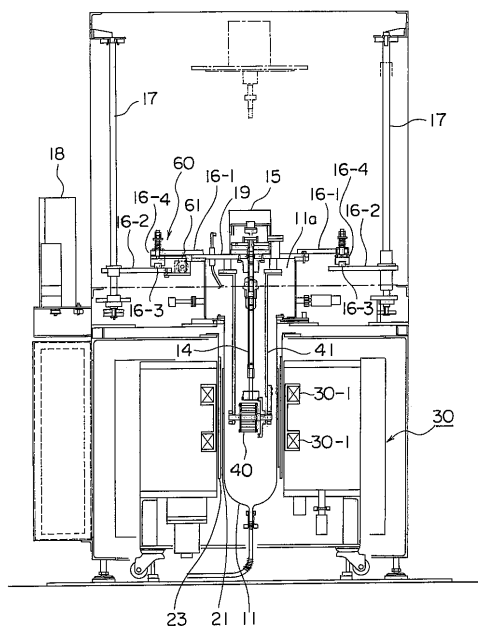
【図 4】



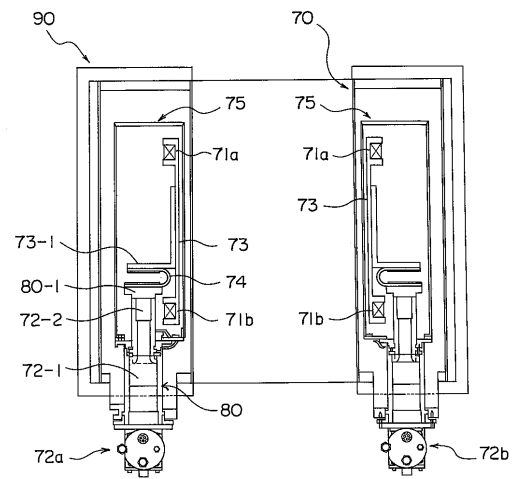
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
F 2 7 D	7/06	(2006.01)	F 2 7 D 7/06 A
F 2 7 D	11/02	(2006.01)	F 2 7 D 11/02 B
G 1 1 B	5/39	(2006.01)	G 1 1 B 5/39

(74)代理人 100082924
弁理士 福田 修一

(74)代理人 100129023
弁理士 佐々木 敬

(72)発明者 御田 潤一
東京都田無市谷戸町二丁目1番1号 住友重機械工業株式会社田無製造所内

(72)発明者 山本 和人
東京都田無市谷戸町二丁目1番1号 住友重機械工業株式会社田無製造所内

(72)発明者 上野 裕人
神奈川県横浜市金沢区福浦2-7-33 株式会社フューテックファーマス内

審査官 酒井 朋広

(56)参考文献 特開平10-222815 (JP, A)
特開平08-227517 (JP, A)
特開平11-199367 (JP, A)
特開2000-114028 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 6/00
F27B 5/04
F27B 5/10
F27B 5/13
F27B 5/14
F27D 7/06
F27D 11/02
G11B 5/39