

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7366730号
(P7366730)

(45)発行日 令和5年10月23日(2023.10.23)

(24)登録日 令和5年10月13日(2023.10.13)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 J	3/00 (2006.01)	A 6 1 J	3/00	3 0 1
B 6 5 G	1/00 (2006.01)	B 6 5 G	1/00	5 2 1 A
A 6 1 J	1/14 (2023.01)	A 6 1 J	1/14	3 9 0 A
C 1 2 M	1/38 (2006.01)	C 1 2 M	1/38	Z
C 1 2 M	1/24 (2006.01)	C 1 2 M	1/24	

請求項の数 9 (全18頁)

(21)出願番号 特願2019-227611(P2019-227611)
 (22)出願日 令和1年12月17日(2019.12.17)
 (65)公開番号 特開2021-94218(P2021-94218A)
 (43)公開日 令和3年6月24日(2021.6.24)
 審査請求日 令和4年11月1日(2022.11.1)

(73)特許権者 320011650
大陽日酸株式会社
東京都品川区小山一丁目3番26号
 (74)代理人 110001634
弁理士法人志賀国際特許事務所
 (72)発明者 青田 周樹
東京都品川区小山一丁目3番26号 大陽日酸株式会社内
 (72)発明者 吉村 滋弘
東京都品川区小山一丁目3番26号 大陽日酸株式会社内
 審査官 岡本 健太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 補助冷却システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷却対象を載置する搬送テーブルと、前記搬送テーブル上に位置する補助冷却器と、を備える、補助冷却システムであって、
前記搬送テーブルが、当該搬送テーブルの上面から底面に向かって貫通する開口部を有し、前記補助冷却器は、前記冷却対象の周囲に近接又は接触するように配置され、液体窒素が流通する容器を1以上備え、前記開口部の周囲に位置する、補助冷却システム。

【請求項2】

前記搬送テーブルの移動方向に沿って延在する冷氣遮断板をさらに備え、
 前記冷氣遮断板は、前記開口部の下方に位置する、請求項1に記載の補助冷却システム。

【請求項3】

前記冷氣遮断板が、当該冷氣遮断板の上面から底面に向かって貫通する開口を有する、請求項2に記載の補助冷却システム。

【請求項4】

前記補助冷却器は、前記冷却対象の側面の四方を覆う1つの前記容器を備える、請求項1に記載の補助冷却システム。

【請求項5】

前記補助冷却器は、前記冷却対象の側面の三方を覆う1つの前記容器を備える、請求項1に記載の補助冷却システム。

【請求項6】

10

20

前記補助冷却器は、前記冷却対象の側面と対向する、2以上の前記容器を備える、請求項1に記載の補助冷却システム。

【請求項7】

前記補助冷却器は、前記容器の前記冷却対象と対向する側の第1側面の高さが、前記第1側面と反対側の第2側面の高さよりも低い、請求項4乃至6のいずれか一項に記載の補助冷却システム。

【請求項8】

前記補助冷却器は、前記容器の前記冷却対象と対向する側の第1側面の上方に、1以上の開口を有する、請求項2乃至4のいずれか一項に記載の補助冷却システム。

【請求項9】

前記補助冷却器は、前記冷却対象の上面を覆う1つの前記容器を備える、請求項1に記載の補助冷却システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、補助冷却器、及び補助冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

新薬の開発や医療の基礎研究では、血液、実験動物の精子、受精卵、細胞などの生物学的試料（単に「生体試料」、または「試料」という場合もある）が用いられている。生物学的試料は、常温では生物学的作用により劣化するため、凍結保存装置などにより凍結保存されるのが一般的である。凍結保存装置としては、液体窒素を用いた凍結保存装置が、長期間安定して保存できるため、広く用いられている。

【0003】

特許文献1には、大型の凍結保存容器と、生体試料の収納ケースを凍結保存容器から取り出し、所定の高さ・位置まで移動させる自動昇降装置とを備えた凍結保存装置が開示されている。これにより、凍結保存容器から生体試料を出し入れする際、作業者が収納ケース等に触れることなく、安全かつ速やかに生体試料の取り出しが可能とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第6368032号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、凍結保存装置内の低温エリアに保存されている試料を出庫する場合、作業者はラックを引き上げて、ラックに収容されたボックスを取り出し、次いでボックスから目的の試料が入ったバイアルを取出す。ここで、ラックからボックスを取り出す際、低温雰囲気から取出した試料の昇温を防ぐ必要がある。そのため、作業者は、あらかじめ液体窒素やドライアイスなどを入れた容器（発泡スチロールや真空二重容器など）を用意し、その中にボックスを入れた後にバイアルを取出す作業を行う。

【0006】

また、特許文献1の凍結保存装置では、試料を出庫する際、凍結保存容器内から自動でラックを引き上げるが、低温の試料を搬送する上部エリアは常温である。このため、凍結保存容器内の試料を常温エリアで操作すると、凍結された試料が昇温してダメージを受ける恐れがある。

【0007】

このように、従来の凍結保存装置では、試料を出庫するたびに液化窒素やドライアイスを用意する作業を要し、煩雑であった。一方、試料を操作するエリア全体を常時低温に保持する場合、電気や液化窒素などエネルギー消費量が増大するという課題があった。また

10

20

30

40

50

、試料の出庫時にあらかじめ操作するエリアを低温に保持すればよいとも考えられるが、出庫のタイミングは不定期であり、出庫の都度、常温から低温（例えば、-100）に冷却するには膨大な時間を要するという課題があった。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、エネルギー消費量が少なく、短時間で所定の領域に低温雰囲気を提供可能な補助冷却器、及び補助冷却システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を備える。

[1] 冷却対象の周囲に近接又は接触するように配置される補助冷却器であって、液体窒素が流通する容器を1以上備える、補助冷却器。

[2] 前記冷却対象の側面の四方を覆う1つの前記容器を備える、前項[1]に記載の補助冷却器。

[3] 前記冷却対象の側面の三方を覆う1つの前記容器を備える、前項[1]に記載の補助冷却器。

[4] 前記冷却対象の側面と対向する、2以上の前記容器を備える、前項[1]に記載の補助冷却器。

[5] 前記容器の前記冷却対象と対向する側の第1側面の高さが、前記第1側面と反対側の第2側面の高さよりも低い、前項[2]乃至[4]のいずれかに記載の補助冷却器。

[6] 前記容器の前記冷却対象と対向する側の第1側面の上方に、1以上の開口を有する、前項[2]乃至[4]のいずれかに記載の補助冷却器。

[7] 前記冷却対象の上面を覆う1つの前記容器を備える、前項[1]に記載の補助冷却器。

[8] 冷却対象を載置する搬送テーブルと、前記搬送テーブル上に位置する前項[1]乃至[7]のいずれかに記載の補助冷却器と、を備える、補助冷却システム。

[9] 前記搬送テーブルが、当該搬送テーブルの上面から底面に向かって貫通する開口部を有し、

前記補助冷却器が、前記開口部の周囲に位置する、前項[8]に記載の補助冷却システム。

[10] 前記搬送テーブルの移動方向に沿って延在する冷気遮断板をさらに備え、前記冷気遮断板は、前記開口部の下方に位置する、前項[9]に記載の補助冷却システム。

[11] 前記冷気遮断板が、当該冷気遮断板の上面から底面に向かって貫通する開口を有する、前項[10]に記載の補助冷却システム。

【発明の効果】

【0010】

本発明の補助冷却器、及び補助冷却システムは、エネルギー消費量が少なく、短時間で所定の領域に低温雰囲気を提供することが可能である。したがって、本発明の補助冷却器、及び補助冷却システムによれば、試料の昇温を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態である補助冷却器の構成の一例を示す側断面図である。

【図2】本発明の一実施形態である補助冷却器の構成の一例を示す平面図である。

【図3】本発明の補助冷却器の変形例の構成を示す平面図である。

【図4】本発明の補助冷却器の変形例の構成を示す平面図である。

【図5】本発明の補助冷却器の変形例の構成を示す断面図である。

【図6】本発明の一実施形態である補助冷却システムの構成を示す側断面図である。

【図7】本発明の一実施形態である補助冷却システム構成を示す平面図である。

10

20

30

40

50

【図 8】本実施形態の補助冷却システム 11 の構成部分を拡大した平面図である。

【図 9】図 8 中に示す A - A' 線に沿った断面図である。

【図 10】図 8 中に示す B - B' 線に沿った断面図である。

【図 11】本実施形態の補助冷却システム 11 の動作を説明するための断面図である。

【図 12】本実施形態の補助冷却システム 11 の動作を説明するための断面図である。

【図 13】補助冷却システムを構成する補助冷却器の変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を適用した一実施形態である補助冷却器の構成について、これを備える補助冷却システムと併せて、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

10

【0013】

<補助冷却器>

先ず、本発明を適用した一実施形態である補助冷却器の構成について説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態である補助冷却器の構成の一例を示す側断面図である。また、図 2 は、本発明の一実施形態である補助冷却器の構成の一例を示す平面図である。

図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態の補助冷却器 1 は、冷却対象 M の周囲に近接又は接触するように配置され、液体窒素 L が流通する容器 1A を備える構成である。

【0014】

20

冷却対象 M は、低温エリアに保存されているものであれば、特に限定されない。本実施形態では、冷却対象 M として、複数のバイアル 111 が配列されている収納ボックス 112 を一例として説明する。

【0015】

バイアル 111 は、生体試料などの試料を直接収容するための円筒状容器である。バイアル 111 は、生体試料などの試料を直接収容することができ、凍結保存容器 102 内の低温に耐えられるものであれば、樹脂、ガラス等種々の材質からなる容器を使用することができ、特に限定されない。

【0016】

収納ボックス 112 は、バイアル 111 を配列した状態で収納する、直方体状の箱である。収納ボックス 112 としては、特に限定されないが、例えば、48 本、96 本の複数のバイアル 111 を 2 次元に並べて収納でき、収納ボックス 112 に収納したままバイアル 111 の底面に貼り付けられたバーコードを後述するバーコードリーダーにて読み取ることができるよう、収納ボックス 112 の底面が開口しているものであってもよい。

30

【0017】

収納ボックス 112 は、収納ケース 113 に鉛直方向（以下、「Z 軸方向」と記載する場合がある）に並べて収納されている。

【0018】

収納ケース 113 は、複数の収納ボックス 112 を Z 軸方向に並べて収納するための棚である。収納ケース 113 は、手動又は自動装置によって上部に設けられた取っ手 113a を把持し、Z 軸方向に上昇および下降させることができる。収納ケース 113 は、凍結保存容器 102 内に並べて収納されている。

40

【0019】

凍結保存容器 102 は、複数の収納ケース 113 を内部に収容し、凍結保存するための容器である。凍結保存容器 102 としては、例えば、ステンレス鋼などからなる真空二重断熱容器を用いることができる。凍結保存容器 102 の内部に液体窒素などの低温液化ガスを満たすことにより、内部を低温状態に保持することができる。例えば、凍結保存容器 102 の底部付近まで、具体的には収納ケース 113 を載置する回転テーブル 124 の下まで液体窒素を満たすことにより、凍結保存容器 102 の内部の気相部を -150 以下に保持することができる。

50

【 0 0 2 0 】

凍結保存容器 1 0 2 の上面には、開口部 1 2 3 が設けられている。この開口部 1 2 3 を介して、凍結保存容器 1 0 2 の内部空間と作業空間 1 0 3 とが連通されている。また、開口部 1 2 3 には、当該開口部を閉塞するキャップ（図示略）が設置可能とされている。

【 0 0 2 1 】

作業空間 1 0 3 は、図 1 に示すように、凍結保存容器 1 0 2 の上方に設けられており、開口部 1 2 3 を介して凍結保存容器 1 0 2 と連通している。なお、作業空間 1 0 3 は、筐体（図示略）によって囲まれた密閉空間であってもよい。密閉空間とされた作業空間 1 0 3 によれば、凍結保存容器 2 内から蒸発した窒素ガスや別途供給されるドライな空気や窒素ガスなどにより、例えば露点 - 4 0 以下、好ましくは露点 - 5 0 以下のドライ環境に維持することができる。また、作業空間 1 0 3 をドライ環境に維持することにより、作業空間 1 0 3 内での結露などを防止することができる。

10

【 0 0 2 2 】

載置台 P は、作業空間 1 0 3 に位置する。載置台 P は、凍結保存容器 1 0 2 から作業空間 1 0 3 に取り出した冷却対象 M（すなわち、収納ボックス 1 1 2）を載置するための場所である。本実施形態では、載置台 P が凍結保存容器 1 0 2 に支持されている形態を一例として説明するが、これに限定されない。

【 0 0 2 3 】

補助冷却器 1 は、冷却対象 M が載置される載置台 P の載置面上に配置される。具体的には、補助冷却器 1 は、冷却対象 M の周囲（あるいは、冷却対象 M が載置される予定の場所の周囲）に近接又は接触するように配置される。ここで、「近接又は接触するように」とは、補助冷却器 1 の冷熱が直接的又は間接的に冷却対象 M に伝達する位置関係であることを意味する。したがって、補助冷却器 1 と冷却対象 M とは、全体（全面）が接触していてもよいし、一部が接触し、残部が非接触であってもよいし、全体が非接触であってもよい。

20

【 0 0 2 4 】

補助冷却器 1 は、液体窒素 L が流通する容器 1 A を備える。

容器 1 A の形状は、図 2 に示すように平面視した際、冷却対象 M の側面の四方を覆う、枠状であることが好ましく、容器 1 A に囲まれた矩形の領域ができることが好ましい。換言すると、容器 1 A に囲まれた領域に冷却対象 M を載置できる。

【 0 0 2 5 】

また、容器 1 A の形状は、図 1 に示すように断面視した際、上面が開放していない筒状（筧状ともいう）である。なお、容器 1 A の形状（形態）は、筒状の容器に限定されるものではなく、内側に流通する液体窒素 L を所要時間貯留することが出来れば、上面の一部あるいは全部が開放する樋（とい）状であってもよい。また、補助冷却器 1 が振動した際に容器 1 A 内の液体窒素 L が溢れることを防ぐ観点から、後述する液体窒素 L の供給口以外は閉止されていることが好ましい。さらに、冷却対象 M と対向する、容器 1 A の内周壁の上面には、液体窒素 L が蒸発した冷窒素ガスを排出するための開口が設けられていてもよい。

30

【 0 0 2 6 】

容器 1 A の高さ（深さ）は、冷却対象 M に冷気を伝えられる程度に液体窒素 L を貯留できれば特に限定されないが、容器 1 A 内に貯留される液体窒素 L の液面が、冷却対象 M の高さよりも高いことが好ましい。容器 1 A の高さとしては、4 0 ~ 6 0 mm とすることができる。

40

【 0 0 2 7 】

容器 1 A には、液体窒素 L の供給口（図示略）が設けられている。これにより、図示略の液体窒素 L の供給源から所要量の液体窒素 L を容器 1 A 内に供給できる。

また、容器 1 A には、気化した液体窒素（窒素ガス）の排出口が設けられている。なお、容器 1 A の上面が開放している場合、別途排出口を設けなくてもよい。

さらに、容器 1 A には、容器 1 A に貯留される液体窒素 L の液面を計測する液面計が設けられていてもよい。

50

【 0 0 2 8 】

容器 1 A の材質は、特に限定されないが、液体窒素 L の冷熱を冷却対象 M に伝達する観点から、熱伝導率が高い金属（銅、アルミ、ステンレス等）が好ましい。

補助冷却器 1 は、容器 1 A の外側（すなわち、冷却対象 M に接触又は近接しない側面）を覆う断熱材を有していてもよい。これにより、補助冷却器 1 から作業空間 1 0 3 に冷熱が逃げないようにすることができる。

【 0 0 2 9 】

次に、本実施形態の補助冷却器 1 の使用方法の一例について、説明する。

凍結保存容器 1 0 2 からいずれかの試料を出庫する際、先ず、冷却対象 M が載置される載置台 P の載置面上に配置された補助冷却器 1 の容器 1 A に、容器 1 A 内に貯留される液体窒素 L の液面が所要の高さとなるまで、液体窒素 L を供給する。なお、容器 1 A 内に貯留される液体窒素 L の液面が所要の高さとなった後は、容器 1 A への液体窒素 L の供給を停止してもよいし、流量を調節しながら連続的あるいは間欠的に供給を続けてもよい。

【 0 0 3 0 】

次に、凍結保存容器 1 0 2 の開口部 1 2 3 から目的の収納ケース 1 1 3 を作業空間 1 0 3 に手で引き上げて、収納ケース 1 1 3 から目的の収納ボックス 1 1 2 を取り出す。次いで、取り出した収納ボックス 1 1 2 を、載置台 P の載置面上に配置された補助冷却器 1 の内側となるように載置する。一方、目的の収納ボックス 1 1 2 を取り出した後の収納ケース 1 1 3 を、開口部 1 2 3 から凍結保存容器 1 0 2 内に收容する。

【 0 0 3 1 】

次に、収納ボックス 1 1 2 から、目的の試料が入ったバイアル 1 1 1 を取り出す。

このように、本実施形態の補助冷却器 1 によれば、冷却対象 M である収納ボックス 1 1 2 の周囲のみを覆う容器 1 A に液体窒素 L を貯留するため、短時間で冷却対象 M の周囲のみに低温雰囲気を形成できる。これにより、取り出した収納ボックス 1 1 2 及び目的の試料が入ったバイアル 1 1 1 の昇温を抑制できる。

【 0 0 3 2 】

以上説明したように、本実施形態の補助冷却器 1 は、エネルギー消費量が少なく、短時間で所定の領域に低温雰囲気を提供することが可能である。したがって、本実施形態の補助冷却器 1 によれば、バイアル 1 1 1 中の試料の昇温を抑制できる。

【 0 0 3 3 】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば、上述した実施の形態の補助冷却器 1 では、容器 1 A が冷却対象 M の側面の四方を覆う 1 つの容器である構成を一例として説明したが、これに限定されない。例えば、図 3 に示すように、平面視した際、冷却対象 M の側面の三方を覆う 1 つの容器 2 1 A を備える構成の補助冷却器 2 1 であってもよい。補助冷却器 2 1 によれば、開放された側面側から容器 2 1 A の内側の領域に冷却対象 M を挿入しやすいという効果を奏する。

【 0 0 3 4 】

また、図 4 に示すように、平面視した際、冷却対象 M の側面と対向する、2 つの容器 3 1 A , 3 1 B を備える構成の補助冷却器 3 1 であってもよい。補助冷却器 3 1 によれば、開放された側面側から容器 3 1 A , 3 1 B の内側の領域に冷却対象 M を挿入しやすいという効果を奏する。

【 0 0 3 5 】

また、図 5 に示すように、断面視した際、冷却対象 M の上面を覆うように（載置台 P の載置面と対向するように）支持された 1 つの容器 4 1 A を備える構成の補助冷却器 4 1 であってもよい。補助冷却器 4 1 によれば、上述した補助冷却器 2 1 , 3 1 と同様に、開放された側面側から容器 4 1 A の下方の領域に冷却対象 M を挿入しやすいという効果を奏する。また、補助冷却器 4 1 によれば、容器 4 1 A の冷気が下方へ移動しやすいため、冷却対象 M をより効果的に冷却することができる。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

上述した補助冷却器 1, 21, 41 では、1つの容器を備える構成を一例として説明したが、これに限定されるものではなく、それぞれ2以上の容器を備える構成であってもよい。同様に、補助冷却器 31 では、2つの容器 31A, 31B を備える構成を一例として説明したが、これに限定されるものではなく、3以上の容器を備える構成であってもよい。

【0037】

<補助冷却システム>

次に、本発明の一実施形態である補助冷却システムの構成について、説明する。

図6は、本発明の一実施形態である補助冷却システムの構成の一例を示す側断面図である。また、図7は、本発明の一実施形態である補助冷却システム構成を示す平面図である。

【0038】

図6及び図7に示すように、本実施形態の補助冷却システム11は、少なくとも、冷却対象Mを載置する搬送テーブル105と、上記搬送テーブル105上に位置する補助冷却器1とを備えて、概略構成されている。また、補助冷却システム11は、さらに冷氣遮断板109を備える構成であってもよい。

【0039】

具体的には、本実施形態の補助冷却システム11は、自動搬送システムを備える既設の凍結保存装置101と、上述した補助冷却器1とを組み合わせて用いることができる。すなわち、本実施形態の補助冷却システム11は、補助冷却器1と、凍結保存装置101の構成の一部である搬送テーブル105及び冷氣遮断板109と、を備える。

【0040】

凍結保存装置101は、目的の試料を低温領域から取り出した後、取り出し口まで自動で搬送する自動搬送システムを備えるものであれば、特に限定されない。自動搬送システムを備える凍結保存装置101としては、例えば、特許第6368032号公報に記載の凍結保存装置を用いることができる。

【0041】

凍結保存装置101は、図6及び図7に示すように、凍結保存容器102と、第1昇降装置104と、搬送テーブル105と、押圧装置107と、第2昇降装置108と、冷氣遮断板109と、識別装置162と、突き上げ部163と、これらを制御する制御装置(制御部)(図示略)と、制御装置への試料(バイアル111や収納ケース113)の入出庫情報について入出力を行うための入出力装置(図示略)とを備えて、概略構成されている。

【0042】

凍結保存装置101は、制御装置(図示略)によって第1昇降装置104および押圧装置107を独立して駆動させることにより、凍結保存容器102内に保存されている目的の生体試料を自動で取り出すとともに、目的以外の生体試料の昇温を低減するものである。

【0043】

図6に示すように、凍結保存装置101では、複数のバイアル111が配列されて収納ボックス112内に収納されており、さらに、収納ボックス112は収納ケース113に鉛直方向(以下、「Z軸方向」と記載する場合がある)に並べて収納されている。バイアル111、収納ボックス112及び収納ケース113としては、上述したものをを用いることができる。

【0044】

凍結保存容器102は、凍結保存装置101の下方に設けられている。凍結保存容器102としては、上述したものをを用いることができる。凍結保存容器102の上面には、開口部123が設けられている。この開口部123を介して、凍結保存容器102の内部空間と作業空間103とが連通されている。

【0045】

開口部123には、図7に示すように、当該開口部を閉塞するキャップ125が設置可能とされている。開口部123にキャップ125を設けることにより、当該開口部が閉塞されるため、凍結保存容器102内の温度の上昇を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

図 6 に示すように、凍結保存容器 1 0 2 内の底部には、収納ケース 1 1 3 を載置する回転テーブル 1 2 4 が設けられている。これにより、収納ケース 1 1 3 を取り出す際に、回転テーブル 1 2 4 を回転させることにより、任意の収納ケース 1 1 3 を開口部 1 2 3 の真下に位置するように移動させることができる。

【 0 0 4 7 】

収納ケース 1 1 3 の上面には把持部 1 3 3 が設けられている。この把持部 1 3 3 の形状は、収納ケース 1 1 3 を Z 軸方向に上昇および下降させることができるものであれば特に限定されるものではないが、後述する第 1 昇降装置 1 0 4 によって把持することが可能な形状が好ましい。第 1 昇降装置 1 0 4 によって把持部 1 3 3 を把持することが可能であれば、第 1 昇降装置 1 0 4 を Z 軸方向に上昇および下降させることで、収納ケース 1 1 3 を開口部 1 2 3 から自動で入出庫させることができる。

10

【 0 0 4 8 】

作業空間 1 0 3 は、図 6 及び図 7 に示すように、凍結保存容器 1 0 2 の上方に設けられており、開口部 1 2 3 を介して凍結保存容器 1 0 2 と連通している。

【 0 0 4 9 】

凍結保存装置 1 0 1 は筐体 F に囲まれており、作業空間 1 0 3 は、凍結保存容器 1 0 2 内から蒸発した窒素ガスや別途供給されるドライな空気や窒素ガスなどにより、例えば露点 - 4 0 以下、好ましくは露点 - 5 0 以下のドライ環境に維持されている。凍結保存容器 1 0 2 の開口部 1 2 3 を含んだ作業空間 1 0 3 を筐体 F で覆うことにより、収納ケース 1 1 3 や液体窒素に作業者が直接接触することによる凍傷や、開口部 1 2 3 から蒸発する窒素ガスによる酸欠の危険を解消している。また、ドライ環境に筐体 F 内を維持することにより、作業空間 1 0 3 内での結露などを防止している。

20

【 0 0 5 0 】

第 1 昇降装置 1 0 4 は、図 6 に示すように、収納ケース 1 1 3 を把持するなどにより保持した状態で、開口部 1 2 3 を介して収納ケース 1 1 3 を Z 軸方向に上昇および下降させるための部材であり、作業空間 1 0 3 内に設けられている。第 1 昇降装置 1 0 4 の構成は、特に限定されない。例えば、第 1 昇降装置 1 0 4 は、収納ケース 1 1 3 の把持部 1 3 3 を把持するフック 1 4 4 を有する。フック 1 4 4 の形状としては、例えば、鉤状とすることができる。

30

【 0 0 5 1 】

第 1 昇降装置 1 0 4 によれば、収納ケース 1 1 3 を把持した状態で、開口部 1 2 3 を介して収納ケース 1 1 3 を Z 軸方向に上昇および下降させることができる。これにより収納ケース 1 1 3 を凍結保存容器 1 0 2 から入出庫させることができる。また、第 1 昇降装置 1 0 4 の駆動を停止することにより、フック 1 4 4 を Z 軸方向の任意の高さに維持することができる。すなわち、収納ケース 1 1 3 を把持した状態で、収納ケース 1 1 3 を任意の高さに維持することができる。

【 0 0 5 2 】

図 7 に示すように、作業空間 1 0 3 の下方に、X 軸レール 1 5 1 が X 軸方向に沿って設けられている。なお、搬送テーブル 1 0 5 の移動する方向を「X 軸方向」と記載する。搬送テーブル 1 0 5 は、上記 X 軸レール 1 5 1 に取り付けられており、X 軸方向に移動可能とされている。そのため、搬送テーブル 1 0 5 は、平面視した際に、開口部 1 2 3 に隣接する位置に移動することができる。

40

【 0 0 5 3 】

搬送テーブル 1 0 5 が、平面視した際に、開口部 1 2 3 に隣接していることにより、収納ケース 1 1 3 から任意の高さに収納された所望の収納ボックス 1 1 2 を取り出す際、収納ケース 1 1 3 全体を凍結保存容器 1 0 2 から出庫させる必要がなくなる。これにより、所望の収納ボックス 1 1 2 が収納されている収納空間の底面と搬送テーブル 1 0 5 とが同じ高さとなるまで収納ケース 1 1 3 を上昇させることにより、後述する押圧装置 1 0 7 によって、所望の収納ボックス 1 1 2 のみを搬送テーブル 1 0 5 上に取り出すことができる。

50

【 0 0 5 4 】

固定ステージ 1 0 6 は、作業空間 1 0 3 の下方であって、開口部 1 2 3 を挟んで搬送テーブル 1 0 5 の反対側に位置する。これにより、開口部 1 2 3 から収納ケース 1 1 3 を出庫する際に、搬送テーブル 1 0 5、開口部 1 2 3、および固定ステージ 1 0 6 が、この順に隣接して並ぶことができる。ここで、搬送テーブル 1 0 5、開口部 1 2 3、および固定ステージ 1 0 6 が隣接して並ぶ方向を「 Y 軸方向」と記載する。

【 0 0 5 5 】

押圧装置 1 0 7 は、第 1 昇降装置 1 0 4 により搬送テーブル 1 0 5 と隣接する高さに維持される収納ボックス 1 1 2 を、搬送テーブル 1 0 5 側へ押圧して、収納ボックス 1 1 2 を搬送テーブル 1 0 5 上に移動させる部材である。押圧装置 1 0 7 は、固定ステージ 1 0 6 上に設けられている。

10

【 0 0 5 6 】

押圧装置 1 0 7 としては、固定ステージ 1 0 6 に取り付けられ、先端が Y 軸方向に移動可能な支持部 1 5 8 と、支持部 1 5 8 の先端に設けられた押圧部 1 5 9 とを備える構成を例示できるが、これに限定されない。

【 0 0 5 7 】

このように、第 1 昇降装置 1 0 4、搬送テーブル 1 0 5、及び押圧装置 1 0 7 が連携して動作することにより、第 1 昇降装置 1 0 4 により凍結保存容器 1 0 2 から出庫した収納ケース 1 1 3 から目的の収納ボックス 1 1 2 を搬送テーブル 1 0 5 上に載置できる。

【 0 0 5 8 】

図 8 は、本実施形態の補助冷却システム 1 1 の構成部分を拡大した平面図である。図 9 は、図 8 中に示す A - A ' 線に沿った断面図である。図 1 0 は、図 8 中に示す B - B ' 線に沿った断面図である。

20

図 8 ~ 図 1 0 に示すように、搬送テーブル 1 0 5 は、収納ボックス 1 1 2 を載置する載置面 1 0 5 A を有し、この載置面 1 0 5 A の一部に搬送テーブルの上面から底面に向かって貫通する開口部 1 5 2 を有する。これにより、開口部 1 5 2 を介して搬送テーブル 1 0 5 の下方から各バイアル 1 1 1 を突き上げることができる。また、開口部 1 5 2 を介して搬送テーブル 1 0 5 の下方から各バイアル 1 1 1 の例えば底部に設けられたバーコードを識別することができる。

【 0 0 5 9 】

開口部 1 5 2 の形状としては、バイアル 1 1 1 の突上げやバーコードの読み取りが可能であれば、特に限定されるものではない。例えば、収納ボックス 1 1 2 よりもひとまわり小さく開口されたものであってもよいし、スリット状や格子状に複数開口されたものであってもよい。

30

【 0 0 6 0 】

搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A には、開口部 1 5 2 の周囲であって、収納ボックス 1 1 2 (冷却対象 M) が載置される領域の外側に、上述した補助冷却器 1 が位置する。これにより、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A に収納ボックス 1 1 2 が載置された際、収納ボックス 1 1 2 の周囲に低温雰囲気を形成できる。

【 0 0 6 1 】

補助冷却器 1 の容器 1 A には、液体窒素 L の供給口 (図示略) が設けられている。また、容器 1 A の液体窒素 L の供給口は、凍結保存容器 1 0 2 内に液体窒素 L を供給する液体窒素 L の供給源と接続されていることが好ましい。これにより、凍結保存装置 1 0 1 の運転と連動して、容器 1 A に液体窒素 L を自動的に供給できる。

40

【 0 0 6 2 】

ここで、補助冷却器 1 は、図 9 及び図 1 0 に示すように、容器 1 A の冷却対象 M と対向する側の第 1 側面 1 a の上方に、1 以上のスリット開口部 1 1 0 を有する。冷却対象 M が配置される容器 1 A の内側の第 1 側面 1 a にスリット開口部 1 1 0 を設けることにより、容器 1 A 内で蒸発した冷窒素ガスがスリット開口部 1 1 0 から排出され、収納ボックス 1 1 2 に送風されて収納ボックス 1 1 2 を冷却できる。

50

【 0 0 6 3 】

また、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A には、冷却対象である収納ボックス 1 1 2 を把持あるいは載置した状態で Z 軸方向に昇降可能な第 2 昇降装置 1 0 8 が設けられている。第 2 昇降装置 1 0 8 としては、Z 軸方向に立設する支柱 1 5 3 と、支柱 1 5 3 に取り付けられ、支柱 1 5 3 に沿って Z 軸方向に移動可能な昇降ステージ 1 5 4 とを備える構成を例示できるが、これに限定されない。

【 0 0 6 4 】

この第 2 昇降装置 1 0 8 により、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A に配置される補助冷却器 1 の容器 1 A よりも高い位置で、後述の第 2 の押圧装置 8 により押圧された収納ボックス 1 2 を昇降ステージ 1 5 4 で受け取った後、載置面 1 0 5 A 上の所定の位置に収納ボックス 1 1 2 を載置できる。

10

【 0 0 6 5 】

なお、昇降ステージ 1 5 4 は、収納ボックス 1 1 2 を受け取ることができれば、特に限定されない。昇降ステージ 1 5 4 としては、例えば、収納ボックス 1 1 2 を把持する機構（図示略）を有していてもよいし、搬送テーブル 1 0 5 の開口部 1 5 2 と対応する位置に開口を有する載置面（図示略）を有していてもよい。

【 0 0 6 6 】

搬送テーブル 1 0 5 上に取り出された収納ボックス 1 1 2 は、作業空間 1 0 3 において X 軸方向に移動して、筐体 F の取り出し口（図示略）付近まで搬送される。

ここで、図 8 及び図 1 0 に示すように、搬送テーブル 1 0 5 の移動経路には、識別装置 1 6 2 と、突き上げ部 1 6 3 とが設けられている。

20

【 0 0 6 7 】

識別装置 1 6 2 は、収納ボックス 1 1 2 に配置されたバイアル 1 1 1 を識別する。識別装置 1 6 2 としては、バイアル 1 1 1 を識別することができるものであれば、特に限定されない。このような識別装置 1 6 2 としては、例えば、バイアル 1 1 1 に貼り付けられた画像情報を認識できるカメラや、バーコードリーダー等が挙げられる。

【 0 0 6 8 】

識別装置 1 6 2 が、バーコードリーダーであり、バイアル 1 1 1 の底部に識別コードが設けられ、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A に開口部 1 5 2 が設けられている場合、搬送テーブル 1 0 5 の下方に設けられていることが好ましい。これにより、収納ボックス 1 1 2 内に収納されたバイアル 1 1 1 を容易に識別することができる。また、識別装置 1 6 2 がバーコードリーダーである場合、一次元バーコード読み取り可能なリーダー、二次元バーコード読み取り可能なリーダーのいずれであってもよい。

30

【 0 0 6 9 】

識別装置 1 6 2 を設けることで、バイアル 1 1 1 の保管場所や入出庫した日時などの在庫情報や運用履歴などの情報を自動で記録することができる。また、自動で記録することができるため、大量の試料を扱う場合であっても、読み取り忘れなどのミスが減らすことができ、試料の取り違いなどの事故を防ぐことができる。

【 0 0 7 0 】

突き上げ部 1 6 3 は、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A 上に載置された収納ボックス 1 1 2 内に收容されている目的のバイアル 1 1 1 を、搬送テーブル 1 0 5 の下方から、搬送テーブル 1 0 5 に設けられている開口部 1 5 2 を介して、目的のバイアル 1 1 1 の底部を押し上げるための装置である。これにより、目的のバイアル 1 1 1 を容易に取り出すことができる。

40

【 0 0 7 1 】

また、図 8 ~ 図 1 0 に示すように、搬送テーブル 1 0 5 の移動経路には、冷氣遮断板 1 0 9 が設けられている。

冷氣遮断板 1 0 9 は、板状の断熱部材であり、搬送テーブル 1 0 5 の開口部 1 5 2 の下方に位置し、搬送テーブル 1 0 5 の移動方向（X 軸方向）に沿って延在する。冷氣遮断板 1 0 9 は、搬送テーブル 1 0 5 が X 軸方向に移動する際、開口部 1 5 2 を遮蔽する。これ

50

により、載置面 105A に載置された冷却対象 M が開口部 152 から作業空間 103 に露出しないため、冷却対象 M 及び補助冷却器 1 自体の冷熱を逃がしにくく、冷却対象 M の周囲の低温雰囲気を維持でき、冷却対象 M の昇温を抑制できる。

【0072】

冷氣遮断板 109 は、冷氣遮断板 109 の上面から底面に向かって貫通する開口 109A, 109B を有する。このように構成された冷氣遮断板 109 によれば、図 11 に示すように、収納ボックス 112 を載置した搬送テーブル 105 が開口 109A に移動した際、識別装置 162 によって所望のバイアル 111 の位置が確認される。その後、図 12 に示すように、搬送テーブル 105 が開口 109B まで移動すると、識別装置 162 によって得られた位置情報に基づいて、突き上げ部 163 が上昇することにより、所望のバイアル 111 が上方に押し出される。これにより、作業者は、所望のバイアル 111 を容易に取り出すことができる。

10

【0073】

なお、図 9 に示すように、冷氣遮断板 109 と搬送テーブル 105 の底面 105B との間隙（クリアランス）は、冷気を逃げにくくして冷却対象 M の周囲の低温雰囲気を維持する観点から、出来るだけ小さいことが好ましい。

【0074】

また、搬送テーブル 105 の底面 105B には、X 軸方向に沿って冷氣遮断板 109 の側面及び底面の一部を覆うシール部材 164 が設けられている。シール部材 164 を設けることにより、搬送テーブル 105 の動作時においても、冷気を逃げにくくして冷却対象 M の周囲の低温雰囲気を維持できる。

20

【0075】

入出力装置（図示略）としては、筐体 F の外部に設けられた、表示部および入力部を持つ例えばパーソナルコンピュータを用いることができる。作業者は、入出力装置を操作して、凍結保存装置 101 に内蔵された制御装置（図示略）に指示を出すことにより、バイアル 111 または収納ボックス 112 の取り出しおよび収納するための様々な操作ができる。

【0076】

また、凍結保存装置 101 内の制御装置（図示略）には、第 1 昇降装置 104、搬送テーブル 105、押圧装置 107、識別装置 162、突き上げ部 163、及び補助冷却器 1 などへ動作を指示する制御プログラムが組み込まれている。これにより、例えば、バイアル 111 または収納ボックス 112 の取り出しを制御装置に指示することで、あらかじめ補助冷却器 1 の容器 1A への液体窒素 L の供給を制御できる。

30

【0077】

次に、本実施形態の補助冷却システム 11 の使用方法、すなわち、上述した凍結保存装置 101 と連動して、凍結保存容器 102 内に保存された所望の収納ボックス 112 を取り出す方法について説明する。

【0078】

まず、凍結保存装置 101 の入出力装置（図示略）を操作して、所望の収納ボックス 112 の取り出しを制御装置（図示略）に指示する。これにより、補助冷却器 1 の容器 1A への液体窒素 L の供給が開始される。また、凍結保存容器 102 内の回転テーブル 124 が回転し、所望の収納ボックス 112 を収納した収納ケース 113 が、開口部 123 の真下に移動する（図 6 を参照）。

40

【0079】

次に、搬送テーブル 105 が X 軸方向に移動し、平面視した際に開口部 123 に隣接する位置で停止する。これにより、開口部 123 を挟んで、搬送テーブル 105 と固定ステージ 106 とが対向する位置関係となる（図 7 を参照）。

【0080】

次に、第 1 昇降装置 104 のフック 144 を Z 軸方向下方に下降して、収納ケース 113 の把持部 133 を把持する。次いで、フック 144 を Z 軸方向上方に上昇して、開口部

50

1 2 3 を介して凍結保存容器 1 0 2 から収納ケース 1 1 3 を出庫し、所望の収納ボックス 1 1 2 が収納されている収納空間の底面と、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A から Z 軸方向に上昇した第 2 昇降装置 1 0 8 の昇降ステージ 1 5 4 とが同じ高さとなるまで第 1 昇降装置 1 0 4 を上昇させる。

【 0 0 8 1 】

次に、押圧装置 1 0 7 により所望の収納ボックス 1 1 2 を Y 軸方向へ押圧することで、所望の収納ボックス 1 1 2 を収納ケース 1 1 3 から昇降ステージ 1 5 4 へ移動させる。次いで、昇降ステージ 1 5 4 を Z 軸方向下方に移動し、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A 上の、補助冷却器 1 に囲まれた領域に所望の収納ボックス 1 1 2 が載置される（図 8 ~ 図 1 0 を参照）。この際、補助冷却器 1 は既に充分冷却されており、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A 上に所望の低温雰囲気を提供できる。

10

【 0 0 8 2 】

なお、残りの収納ボックス 1 1 2 が昇温するのを防止するため、第 1 昇降装置 1 0 4 を下降させて、収納ケース 1 1 3 を凍結保存容器 1 0 2 に入庫する。その後、キャップ 1 2 5 により開口部 1 2 3 を閉塞する。

【 0 0 8 3 】

次に、収納ボックス 1 1 2 を載置した搬送テーブル 1 0 5 が X 軸方向に移動することで、収納ボックス 1 1 2 が取出し口（図示略）に搬出される。その後、作業者は取出し口（図示略）から目的の収納ボックス 1 1 2 を取り出すことができる。以上の動作により、収納ボックス 1 1 2 の取出し動作が完了する。

20

【 0 0 8 4 】

次に、上述した凍結保存装置 1 0 1 と連動して、凍結保存容器 1 0 2 内に保存された所望の収納ボックス 1 1 2 を出庫し、所望のバイアル 1 1 1 を取り出す方法について説明する。

【 0 0 8 5 】

まず、上述した操作と同様にして、凍結保存容器 1 0 2 から出庫した収納ボックス 1 1 2 を、搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A 上の、補助冷却器 1 に囲まれた領域に載置する（図 8 ~ 図 1 0 を参照）。

【 0 0 8 6 】

次に、収納ボックス 1 1 2 を載置した搬送テーブル 1 0 5 を X 軸方向に、冷氣遮断板 1 0 9 の開口 1 0 9 A の位置まで移動させる。収納ボックス 1 1 2 を載置した搬送テーブル 1 0 5 が開口 1 0 9 A に移動した際、識別装置 1 6 2 によって所望のバイアル 1 1 1 の位置が確認される（図 1 1 を参照）。

30

【 0 0 8 7 】

次に、収納ボックス 1 1 2 を載置した搬送テーブル 1 0 5 を X 軸方向に、冷氣遮断板 1 0 9 の開口 1 0 9 B の位置まで移動させる。搬送テーブル 1 0 5 が開口 1 0 9 B まで移動すると、識別装置 1 6 2 によって得られた位置情報に基づいて、突き上げ部 1 6 3 が上昇することにより、所望のバイアル 1 1 1 が上方に押し出される（図 1 2 を参照）。その後、作業者は、目的のバイアル 1 1 1 を手動あるいは自動搬送によって取出し口（図示略）から取り出すことができる。以上の動作により、バイアル 1 1 1 の取出し動作が完了する。

40

【 0 0 8 8 】

以上説明したように、本実施形態の補助冷却システム 1 1 によれば、自動搬送システムを備える凍結保存装置 1 0 1 と補助冷却器 1 とを組み合わせることで、エネルギー消費量が少なく、短時間で搬送テーブル 1 0 5 の載置面 1 0 5 A 上に低温雰囲気を提供できる。したがって、本実施形態の補助冷却システム 1 1 によれば、目的の試料が自動搬送される際、試料の昇温を抑制できる。

【 0 0 8 9 】

すなわち、冷却対象 M が載置される領域の周囲の最小限の領域にのみ補助冷却器 1 を配置することで、液体窒素 L の使用量を抑制できる。また、凍結保存装置 1 0 1 の運転開始と液体窒素 L の供給開始を連動することで、補助冷却器 1 の冷却準備が完了するまでの時

50

間を大幅に短縮できる。

【0090】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば、上述した実施の形態の補助冷却システム11では、図9及び図10に示すように、補助冷却器1の容器1Aの冷却対象Mと対向する側の第1側面1aの上方に、1以上のスリット開口部110を有する構成を一例として説明したが、これに限定されない。例えば、図13に示すように、断面視した際、容器201Aの上面が開口し、かつ容器201Aの冷却対象Mと対向する側の第1側面201aの高さが、前記第1側面201aと反対側の第2側面201bの高さよりも低い補助冷却器201を備える構成の補助冷却システム211であつてもよい。このような構成の補助冷却器201によれば、冷却対象Mと対向する内側の第1側面201aが低いため、容器201A内で蒸発した冷室素ガスが第1側面201aを超え、収納ボックス112に送風されて収納ボックス112を冷却できる。

10

【産業上の利用可能性】

【0091】

本発明の補助冷却器、及び補助冷却システムは、例えば、バイオメディカル基礎研究、医療、製薬、畜産（精子、受精卵保存）などの生体試料を凍結保存する凍結保存容器において、内部に収納される生体試料（バイアル、ストロー等）の取り出す際の補助冷却器、及び補助冷却システムとして利用可能である。

20

【符号の説明】

【0092】

1, 21, 31, 41, 201・・・補助冷却器
 1A, 21A, 31A, 31B, 41A, 201A・・・容器
 1a, 201a・・・第1側面
 201b・・・第2側面
 11, 211・・・補助冷却システム
 101・・・凍結保存装置
 102・・・凍結保存容器
 103・・・作業空間
 104・・・第1昇降装置
 105・・・搬送テーブル
 105A・・・載置面
 105B・・・底面
 106・・・固定ステージ
 107・・・押圧装置
 108・・・第2昇降装置
 109・・・冷気遮断板
 109A, 109B・・・開口
 110・・・スリット開口部
 111・・・バイアル
 112・・・収納ボックス
 113・・・収納ケース
 123・・・開口部
 124・・・回転テーブル
 125・・・キャップ
 133・・・把持部
 144・・・フック
 151・・・X軸レール
 152・・・開口部
 153・・・支柱

30

40

50

- 154・・・昇降ステージ
- 158・・・支持部
- 159・・・押圧部
- 162・・・識別装置
- 163・・・突き上げ部
- 164・・・シール部材
- F・・・筐体
- L・・・液体窒素
- M・・・冷却対象
- P・・・載置台

【図面】

【図1】

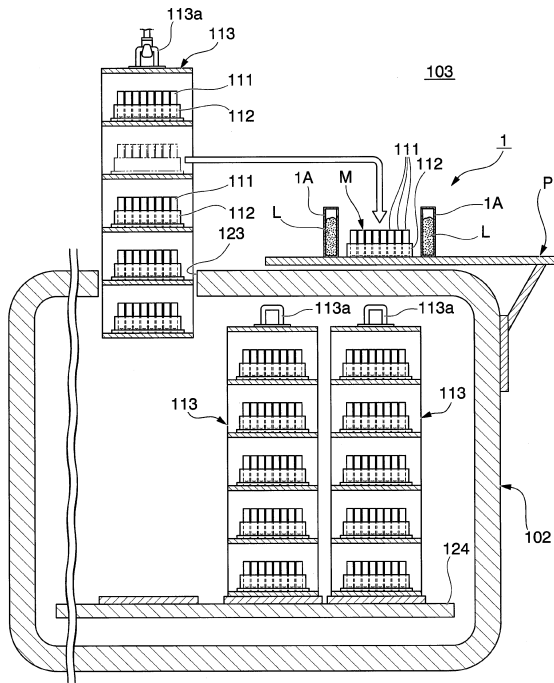


図1

【図2】

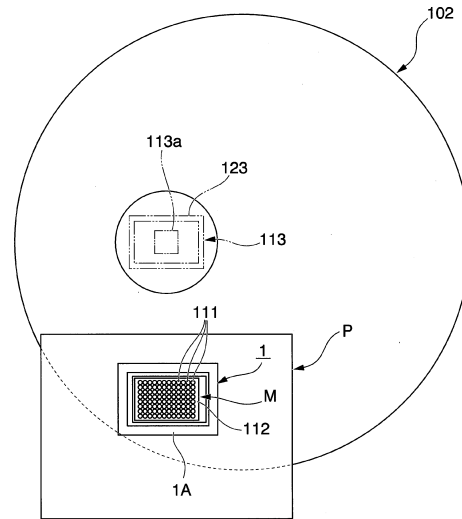


図2

10

20

30

40

50

【 図 3 】

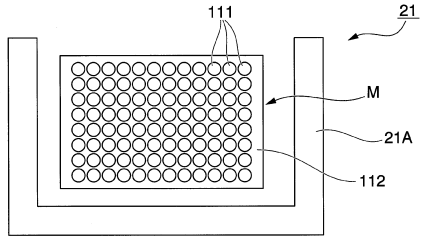


図3

【 図 4 】

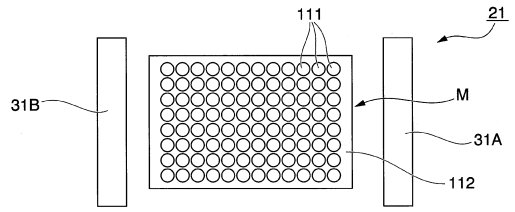


図4

【 図 5 】

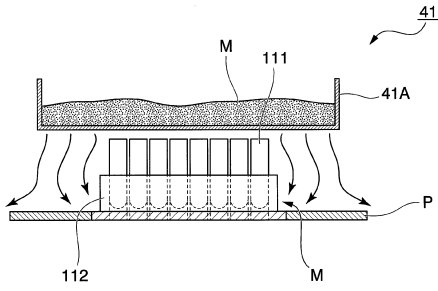


図5

【 図 6 】

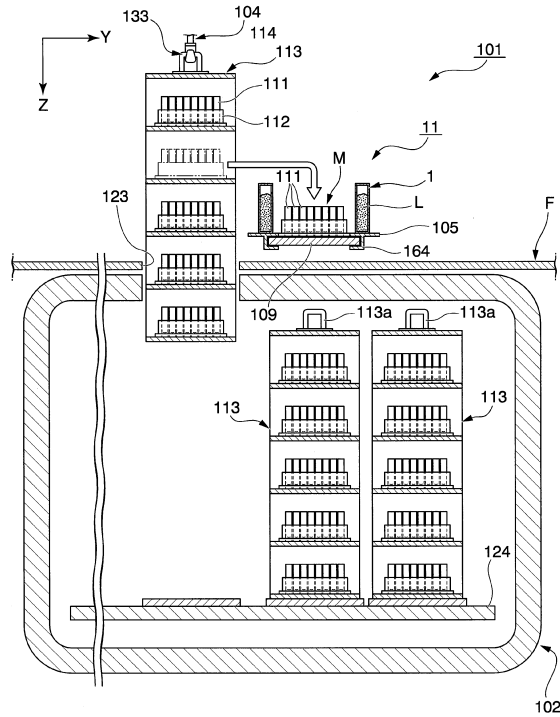


図6

10

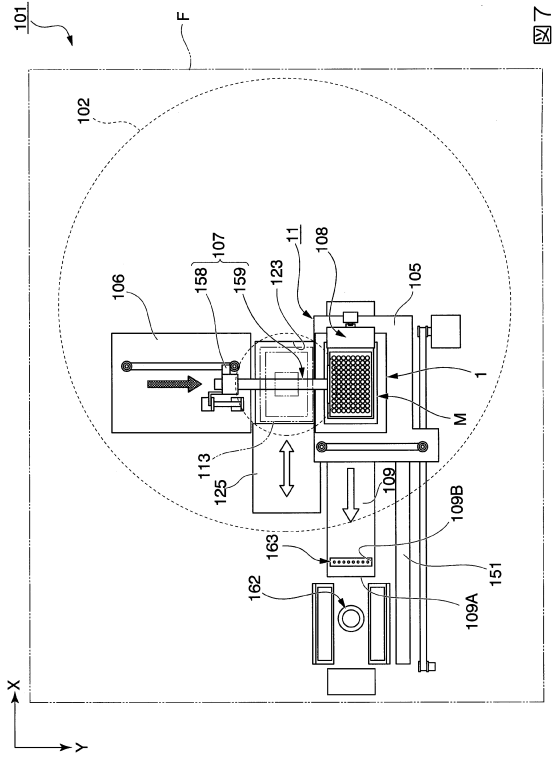
20

30

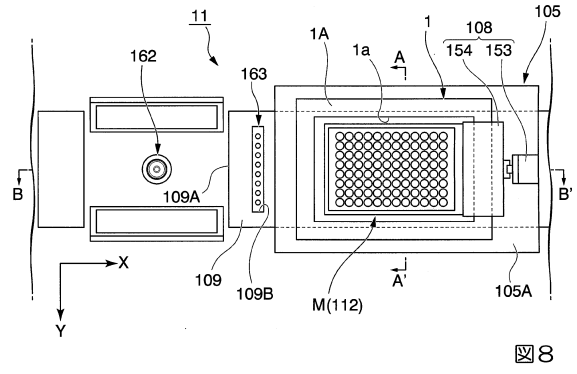
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

【 図 9 】

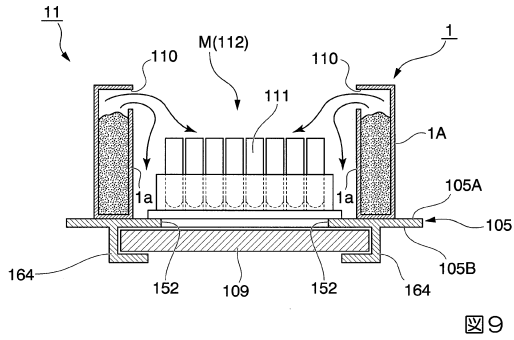


図 9

【 図 10 】

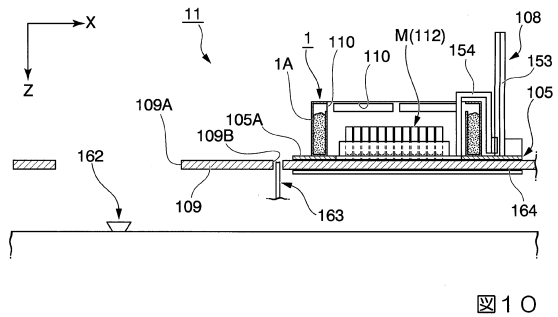


図 10

30

40

50

【図 1 1】

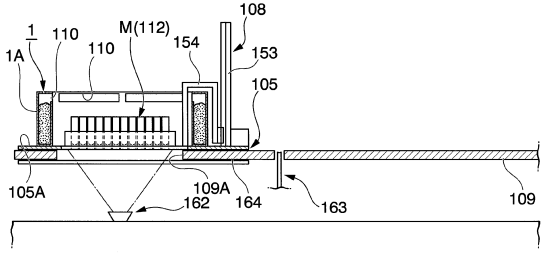


図 1 1

【図 1 2】

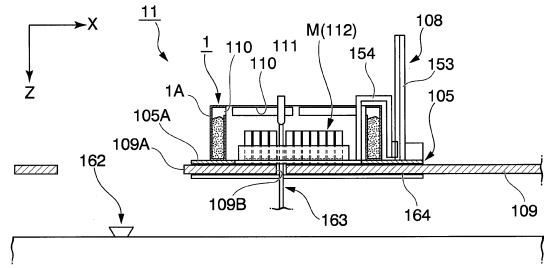


図 1 2

10

【図 1 3】

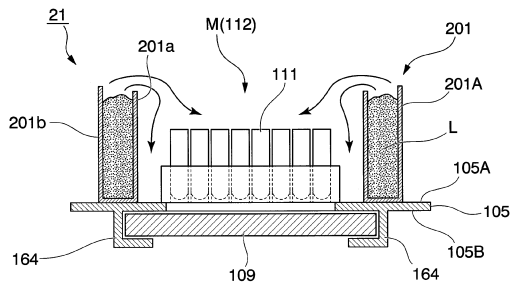


図 1 3

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2017-100857(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0263608(US,A1)
実開平05-003870(JP,U)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A 6 1 J	3 / 0 0
B 6 5 G	1 / 0 0
A 6 1 J	1 / 1 4
C 1 2 M	1 / 3 8
C 1 2 M	1 / 2 4