

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-169042

(P2008-169042A)

(43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)

|                                |                      |             |
|--------------------------------|----------------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F I                  | テーマコード (参考) |
| <b>B 6 5 G</b> 1/00 (2006.01)  | B 6 5 G 1/00 5 2 1 A | 3 F 0 2 2   |
| <b>B 6 5 G</b> 1/127 (2006.01) | B 6 5 G 1/127 B      |             |

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L 外国語出願 (全 48 頁)

(21) 出願番号 特願2007-316936 (P2007-316936)  
 (22) 出願日 平成19年12月7日 (2007.12.7)  
 (31) 優先権主張番号 01993/06  
 (32) 優先日 平成18年12月7日 (2006.12.7)  
 (33) 優先権主張国 スイス(CH)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. RuBee
2. ZIGBEE
3. Bluetooth

(71) 出願人 501442699  
 テカン・トレーディング・アクチェンゲゼ  
 ルシャフト  
 TECAN Trading AG  
 スイス、ツェーハー-8708メンネドル  
 フ、ゼーシュトラーセ103番

- (74) 代理人 100101454  
 弁理士 山田 卓二
- (74) 代理人 100081422  
 弁理士 田中 光雄
- (74) 代理人 100098280  
 弁理士 石野 正弘
- (74) 代理人 100125874  
 弁理士 川端 純市

最終頁に続く

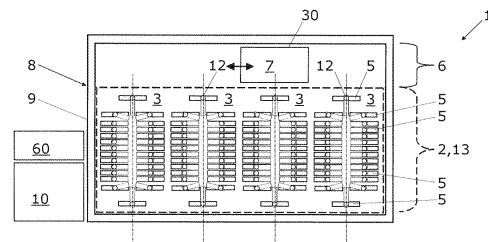
(54) 【発明の名称】 小型貯蔵システムとその使用

(57) 【要約】

【課題】 小型貯蔵システムと冷凍試料を貯蔵する対応する方法を提供する。

【解決手段】 小型貯蔵システムは、貯蔵領域と、断熱部を有するハウジングと、少なくとも貯蔵領域を少なくとも - 15 の温度まで冷却し得る少なくとも1個の冷却装置とを含む。小型貯蔵システムは、又、冷凍された貯蔵領域内に完全に配置された貯蔵棚と、貯蔵領域の上方に配置された移送領域とを備える。実質的に水平に移動するロボットが移送領域内に配置される。小型貯蔵システムは、更に、少なくとも1個の実質的に垂直な昇降装置を備え、且つ、昇降装置が、実質的に長円形の経路上を循環すると共に実質的に水平に指向する複数の貯蔵棚を含む。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

貯蔵領域(2)と、断熱部(9)を有するハウジング(8)と、少なくとも貯蔵領域(2)を-15未満の温度まで冷却し得る少なくとも1個の冷却装置(10)とを含む小型貯蔵システム(1)において、

冷凍された貯蔵領域(2)内に完全に配置された貯蔵棚(5)と、貯蔵領域(2)の上方に配置された移送領域(6)と、貯蔵領域(2)内に配置された少なくとも1個の実質的に垂直な昇降装置(3)とを備え、且つ、実質的に水平に移動自在のロボット(7)が移送領域(6)内に配置され、更に、昇降装置(3)が、長手軸心(4)と、実質的に長円形の経路上を循環すると共に実質的に水平に指向する複数の貯蔵棚(5)とを備え、又、ロボット(7)が、昇降装置(3)と協働すると共に、貯蔵棚(5)の取出し又は装入あるいは貯蔵棚(5)からの物体の取出し又は貯蔵棚(5)への物体の装入をし、且つ、少なくとも1個の貯蔵棚(5)が昇降装置(3)の経路の上部半円の領域に位置する時に、ロボット(7)が上記の取出し又は装入をすることができるよう構成され、更に、上記物体が、移送フレーム(11)、容器ラック(21)と容器(17)よりなる群から選択される小型貯蔵システム(1)。

10

## 【請求項 2】

貯蔵棚(5)が、少なくとも上部変曲点(12)の近くに位置する時に、ロボット(7)が上記の取出し又は装入をすることができるよう構成された請求項1に記載の小型貯蔵システム(1)。

20

## 【請求項 3】

2個の貯蔵棚(5)の各々が、上部変曲点(12)から上部循環半円の実質的に4分の1の距離だけ離隔して位置する時に、ロボット(7)が上記の取出し又は装入をすることができるよう構成された請求項1に記載の小型貯蔵システム(1)。

## 【請求項 4】

貯蔵領域(2)が、実質的に平行に並置された少なくとも2個の昇降装置(3)を備え、更に、ロボット(7)が、昇降装置(3)の長手軸心(4)に垂直に移動自在であるように構成された請求項1に記載の小型貯蔵システム(1)。

## 【請求項 5】

貯蔵領域(2)が、断熱間仕切(14)によって互いに分離された貯蔵チャンバー(13)を備え、更に、1個の昇降装置(3)が各貯蔵チャンバー(13)内に配置された請求項1に記載の小型貯蔵システム(1)。

30

## 【請求項 6】

各貯蔵チャンバー(13)が、少なくとも1個の封止搬入ハッチ(15)を備える請求項5に記載の小型貯蔵システム(1)。

## 【請求項 7】

貯蔵領域(2)が、-35以下の温度に冷却可能である一方、移送領域(6)が、-15未満の温度に冷却可能である請求項1に記載の小型貯蔵システム(1)。

## 【請求項 8】

貯蔵領域(2)が、-80の温度に冷却可能である一方、移送領域(6)が、-20の温度に冷却可能である請求項7に記載の小型貯蔵システム(1)。

40

## 【請求項 9】

ロボット(7)が、昇降装置(3)の進行を止める少なくとも1個のグリッパーフレーム(16)を備え、且つ、グリッパーフレーム(16)が、貯蔵棚(5)からの移送フレーム(11)の取出し又は貯蔵棚(5)への移送フレーム(11)の装入あるいは進行を止められた昇降装置(3)の貯蔵棚(5)の取出し又は装入をする請求項1に記載の小型昇降装置(1)。

## 【請求項 10】

ロボット(7)が、1個又は2個のヘッド(18、19)を備え、更に、各ヘッド(18、19)に、試料容器(17、22)を有する容器ラック(21)を把持したり、容器

50

ラック(21)内又は移送フレーム(11)内に配置された試料容器(17、22)を把持するグリッパー(20)を設けた請求項1に記載の小型貯蔵システム(1)。

【請求項11】

ロボット(7)が、試料容器(17、22)をワークマガジン(24)に再分配するパンチャー(25)を有するトランスファーステーション(23)を備え、更に、パンチャー(25)が、容器ラック(21)のコンパートメント(26)から、容器ラック(21)の下方又は上方に配置されたワークマガジン(24)のコンパートメント(26)内に管(22)を押圧するように構成された請求項10に記載の小型貯蔵システム(1)。

【請求項12】

各昇降装置(3)が、ラック(27)内に組立てられると共に、小型貯蔵システム(1)のハウジング(8)から開口(28)を介して側方にラック(27)と共に取外し可能であり、更に、昇降装置(3)が挿入された時に、開口(28)が、断熱部(9)を設けたカバー(29)によって封止される請求項5に記載の小型貯蔵システム(1)。

【請求項13】

各昇降装置(3)が、その両端(31)において、実質的に垂直に配置されていると共にローラーチェーンを有する2個の主チェンドライブ(32)を備え、更に、ローラーチェーンが、上方及び下方のスプロケットホイール(34)に巻回され、且つ、主チェンドライブ(32)が、少なくとも1個の軸(35)によって互いに機械的に連結され、又、主チェンドライブ(32)のローラーチェーンの隣接リンクが、棚受台(37)として形成されたリンクプレートによって互いに連結された請求項1に記載の小型貯蔵システム(1)。

【請求項14】

各昇降装置(3)が、その両端(31)の一方において実質的に垂直に配置されていると共にローラーチェーンを有する側部チェンドライブ(43)を備え、更に、ローラーチェーンが、上方及び下方のスプロケットホイール(34)に巻回されると共に軸方向オフセット寸法(41)と側方オフセット寸法(42)だけ主チェンドライブ(32)から偏倚させられ、又、側部チェンドライブ(43)のローラーチェーンの隣接リンクが、ダミー受台(44)として形成されたリンクプレートによって互いに連結された請求項13に記載の小型貯蔵システム(1)。

【請求項15】

各棚受台(37)が、軸方向オフセット寸法(41)と側方オフセット寸法(42)を橋渡しする実質的に堅固な関節連結部(46)によって、ダミー受台(44)に連結された請求項13又は14に記載の小型貯蔵システム(1)。

【請求項16】

リンクピンが、棚受台(37)又はダミー受台(44)に挿通される請求項15に記載の小型貯蔵システム。

【請求項17】

各昇降装置(3)が、その両端(31)の一方に配置されていると共にカムレール(45)とカムペイル(58)を有する実質的に垂直なカムディスク(36)を備え、更に、形状安定的な各カムペイルが、貯蔵棚(5)を支承する棚受台(37)に対応すると共に棚受台(37)に揺動自在に連結された請求項13に記載の小型貯蔵システム(1)。

【請求項18】

貯蔵領域(2)と、断熱部(9)を有するハウジング(8)と、少なくとも貯蔵領域(2)を-15 未満の温度まで冷却し得る少なくとも1個の冷凍装置(10)とを含む小型貯蔵システム(1)に冷凍試料を貯蔵及び小型貯蔵システム(1)の冷凍試料を供給する方法において、

小型貯蔵システム(1)が、冷凍された貯蔵領域(2)内に完全に配置された貯蔵棚(5)と、貯蔵領域(2)の上方に配置された移送領域(6)とを備え、且つ、実質的に水平に移動自在のロボット(7)が移送領域(6)内に配置される一方、冷凍試料が、小型貯蔵システム(1)の貯蔵領域(2)内に配置された少なくとも1個の少なくとも実質的

10

20

30

40

50

に垂直な昇降装置(3)に貯蔵及び該昇降装置(3)から供給され、更に、昇降装置(3)が、長手軸心(4)と、実質的に長円形の経路上を循環すると共に実質的に水平に指向する複数の貯蔵棚(5)とを備え、又、ロボット(7)が、昇降装置(3)と協働すると共に、貯蔵棚(5)の取出し又は装入あるいは貯蔵棚(5)からの物体の取出し又は貯蔵棚(5)への物体の装入をし、且つ、少なくとも1個の貯蔵棚(5)が昇降装置(3)の経路の上部半円の領域に位置する時に、ロボット(7)が上記の取出し又は装入をすることができ、更に、上記物体が、移送フレーム(11)、容器ラック(21)と容器(17)よりなる群から選択される方法。

【請求項19】

各昇降装置(3)に、各昇降装置(3)を他の昇降装置(3)と独立して移動させ得るそれ自身の駆動モータ(54)を設けた請求項18に記載の方法。

10

【請求項20】

全ての昇降装置(3)の駆動モータ(54)が、試料の予定の挿入又は取出しに好都合な位置に昇降装置(3)の少なくとも1個の貯蔵棚(5)を運ぶように、ホストコンピュータ(60)によって制御されて、上記少なくとも1個の貯蔵棚(5)が、昇降装置(3)の循環経路の上部半円の領域に位置する請求項19に記載の方法。

【請求項21】

ロボット(7)が、ホストコンピュータ(60)によって制御されて、特定個数の所定試料を、供給された貯蔵棚(5)に挿入する又は該貯蔵棚(5)から取出す請求項20に記載の方法。

20

【請求項22】

ホストコンピュータ(60)が、時間最適化スケジュールに従ってロボット(7)と昇降装置(3)を制御する請求項20又は21に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、貯蔵領域と、断熱部を有するハウジングと、少なくとも貯蔵領域を-15未満の温度まで冷却し得る少なくとも1個の冷却装置とを含む小型貯蔵システムに関する。小型貯蔵システムは、冷凍された貯蔵領域内に完全に配置された貯蔵棚と、貯蔵領域の上方に配置された移送領域と、貯蔵領域内に配置された少なくとも1個の実質的に垂直な昇降装置とを備え、且つ、実質的に水平に移動自在のロボットが移送領域内に配置されている。

30

更に、本発明は、冷凍試料に対応する小型貯蔵システムに貯蔵する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

体液(例えば、血液、尿、唾液又は精液)、細胞(例えば、細菌培養)や組織サンプル等の生物学的試料は、温度に対して感度が非常に高く、入手後の劣化を防止するために冷凍貯蔵しなければならない。従って、生物学的及び大体感温性の試料の試験の重要な観点は、これらの試料の冷凍状態、即ち、低温での貯蔵と利用可能性である。これは、例えば、ディープフリーザー(即ち、-18以下の温度)、ドライアイス(固体CO<sub>2</sub>)によって冷却される気体雰囲気(即ち、-78.5)、液体窒素(-196)内で起こり得る。更に、設計に応じて、-35(単段型)、-85(2段型)又は-135(3段型)の最低温度を達成し得る圧縮機を用いた機械的冷凍システムが公知である。全てのこれらの型式の貯蔵は、長い間公知であると共に、特定の長所と欠点を有する。-18で貯蔵されるサンプルは、氷晶の形成によりほんの短時間後に劣化の徴候を示す。氷晶のこの形成は、ドライアイス温度では大幅に低減され、液体窒素では実際上無くなる。しかしながら、全てのCO<sub>2</sub>が昇華される時、ドライアイスで冷却される容器は非常に速く熱くなり、又、液体窒素内の試料の貯蔵は、複雑であると共に、作業者に対する特殊な保護手段を設けて初めて可能となる。ロボット式及び自動化システムで多数の試料を貯蔵及び供給するのに特に適した公知のシステムは殆ど無い。

40

50

## 【 0 0 0 3 】

特許文献 1 ( 米国特許第 6 , 3 5 7 , 9 8 3 号明細書 ) は、自動貯蔵システムを開示する。互いに入れ子にされていると共に、中心軸心の回りを上下に配置された複数の水平棚位置に回転自在である 2 個のリング状ラックが、空調チャンパー内に配置され、この空調チャンパーの温度は、 - 2 0 から + 2 0 までの範囲に選択され得る。これらの棚位置は、ラックの外方を垂直に移動するロボットによって装入され得る。このロボットは、特別に関節連結されたグリッパー機構を備え、グリッパー機構は、外方棚を貫通して内方棚位置に到達し得る。このシステムは、ロボット、従って、試料を、全選択プロセス中に冷たい雰囲気内に配置すると共に、エアロックを介して貯蔵システムから取出すことができるという利点を有する。しかしながら、この貯蔵システムは、棚ラックの個数について制限を受けると思われるため、相対的に少数の試料に対して相対的に大きな体積を冷却しなければならないと共に、かなり複雑なロボットを用いなければならない。

10

## 【 0 0 0 4 】

別の貯蔵システムが、特許文献 2 ( 米国特許第 6 , 6 9 4 , 7 6 7 号明細書 ) に開示されている。 - 8 5 から - 8 0 までの温度に完全に断熱された貯蔵空間が、ワークステーションを有するロボットが配置された制御雰囲気の作業領域の下方に位置する。相対的に小さな水平寸法と上下に配置された多くの棚を有する貯蔵ラックが、断熱カバーの開口に垂直に懸架されると共に、取付け状態の貯蔵空間の断熱区域を閉鎖する頂部板を備える。ロボットが、貯蔵ラックを貯蔵空間から引上げて、グリッパーが試料容器をラック位置から取外すことができる。フレームが貯蔵空間から取外される時、試料の温暖化又は解氷さえいの危険があるとしても、制御された C O <sub>2</sub> 雰囲気が、試料容器の冷たい表面上で水蒸気が凝縮することを防止する。

20

## 【 0 0 0 5 】

この公知の貯蔵システムにおいて試料容器を供給するのに必要な時間は、とりわけ、多数の試料を短時間に供給しなければならない時に、長すぎるように思われる。

## 【 0 0 0 6 】

冷凍試料を貯蔵及び供給する他の貯蔵システムが、特許文献 3 ( 特開 2 0 0 4 - 1 3 1 2 4 9 号公報 ) から公知である。この特許文献 3 は、相対的に小さな表面を有する複数の棚を各々が含む循環ラックを有する貯蔵空間を開示する。2 個のこれらの循環ラック又は昇降装置が、2 個の開口によって中断される壁によってロボットチャンパーから分離される冷凍チャンパー内に配置される。1 つのロボットが、1 つの開口に最も近くに位置する循環ラック上の特定ラック位置から試料容器を取出すと共に、この試料容器を貯蔵チャンパーと反対側の第 2 のロボット又は移送領域に送出する。この容器は、カメラによって識別され得る。このシステムの貯蔵チャンパーは相対的に小型のようであるけれども、特に、試料を供給したり、試料を 1 つの試料容器から別の試料容器に移転するのに 2 個のロボットを用いなければならない場合に、ロボットは大量の空間を必要とする。

30

## 【 0 0 0 7 】

複数の昇降棚を有して、これらの昇降棚の上方に配置された少なくとも 1 個のロボットによって保全される貯蔵システムが、特許文献 4 ( スイス国特許第 6 8 8 8 2 1 号 ( A 5 ) ) に開示されている。ロボットは、どの場合でも、1 つの貯蔵容器を頂棚から取出す。物品が、非常に小型で高利用の貯蔵空間に非特定温度で貯蔵される。特に、1 個だけの容器及び / 又は物体が同時に搬送され得るので、ロボットの経路は、多くの容器を効率的にするために非常に長くなるように思われる。

40

## 【 0 0 0 8 】

更に、スイス、オーバーディースバッハのレンプ社 ( Remp AG ) により生産されて、試料を、例えば、レンプ・スモールサイズ・ストア ( REMP Small-Size Store ) ( 登録商標 ) システムで + 4 又は - 2 0 の温度に、又は、レンプ・バイオサンプル・ストア ( REMP Bio-Sample Store ) システムで - 8 0 に貯蔵することのできる貯蔵システムが公知である。後者では、 - 2 0 で作動するロボットが用いられる。

## 【 0 0 0 9 】

50

【特許文献1】米国特許第6,357,983号明細書

【特許文献2】米国特許第6,694,767号明細書

【特許文献3】特開2004-131249号公報

【特許文献4】スイス国特許第688821号(A5)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、従来技術の公知の欠点を解消又は少なくとも最小化する、冷凍試料用の別の貯蔵システムを提案することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

この目的は、第1の態様において、貯蔵領域と、断熱部を含むハウジングと、少なくとも1個の冷凍装置とを備える小型貯蔵システムによって達成される。この冷凍装置は、少なくとも貯蔵領域を-15未満の温度に冷却することができる。この小型貯蔵システムは、冷凍された貯蔵領域内に完全に配置された貯蔵棚と、貯蔵領域の上方に配置された移送領域とを備え、更に、実質的に水平に移動自在のロボットが移送領域内に配置されている。本発明にかかる小型貯蔵システムは、貯蔵領域内に配置された少なくとも1個の実質的に垂直な昇降装置を備え、更に、昇降装置が、長手軸心と、実質的に長円形の経路上を循環すると共に実質的に水平に指向する複数の貯蔵棚とを備え、又、ロボットが、昇降装置と協働すると共に、貯蔵棚の取出し又は装入あるいは貯蔵棚からの物体の取出し又は貯蔵棚への物体の装入をし、且つ、少なくとも1個の貯蔵棚が昇降装置の経路の上部半円の領域に位置する時に、ロボットが上記の取出し又は装入をすることができるように構成され、更に、上記物体が、移送フレーム、容器ラックと容器よりなる群から選択されることを特徴とする。

【0012】

この目的は、第2の態様において、このような小型貯蔵システムに冷凍試料を貯蔵及び小型貯蔵システムの冷凍試料を供給する方法によって達成される。本発明にかかる方法は、冷凍試料が、小型貯蔵システムの貯蔵領域内に配置された少なくとも1個の少なくとも実質的に垂直な昇降装置に貯蔵及び該昇降装置から供給され、更に、昇降装置が、長手軸心と、実質的に長円形の経路上を循環すると共に実質的に水平に指向する複数の貯蔵棚とを備え、又、ロボットが、昇降装置と協働すると共に、貯蔵棚の取出し又は装入あるいは貯蔵棚からの物体の取出し又は貯蔵棚への物体の装入をし、且つ、少なくとも1個の貯蔵棚が昇降装置の経路の上部半円の領域に位置する時に、ロボットが上記の取出し又は装入をすることができ、更に、上記物体が、移送フレーム、容器ラックと容器よりなる群から選択されることを特徴とする。

【0013】

追加の好ましい発明的特徴は、明細書と従属請求項から得られる。

【0014】

本発明に関して、幾何学用語「長円形の」は、本質的に閉鎖された実質的に0形状の線として定義される。このような長円形では、2個の同じ長さの実質的に真直な部分は、実際上互いに平行に延在する。真直部分の2個の隣接端部は、少なくとも近似的な半円によって互いに接続されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図1は、本発明の第1実施形態にかかる小型貯蔵システム1の垂直縦断面を示す。この小型貯蔵システム1は、断熱部9を設けたハウジング8内に配置された貯蔵領域2を備える。更に、この小型貯蔵システム1は、少なくとも貯蔵領域2を-15未満の温度に冷凍し得る少なくとも1個の冷凍装置10を備える。冷凍装置10は、ハウジング8内に(図3参照)、又は、図1に示すように、ハウジング8の外部に配置される。小型貯蔵システム1は、貯蔵位置に拘わり無く、冷凍された貯蔵領域2内に完全に配置された貯蔵棚5

10

20

30

40

50

を備える。移送領域 6 が、ハウジング 8 内の貯蔵領域 2 の上方に配置され、又、実質的に水平に移動自在のロボット 7 が移送領域 6 内に收容されている（図 1 と図 3 の両方向矢印参照）。

#### 【0016】

本発明にかかる小型貯蔵システム 1 は、貯蔵領域 2 内に配置された少なくとも 1 個の少なくとも実質的に垂直な昇降装置 3 を備える。この昇降装置 3 は、長手軸心 4 と、実質的に長円形の走行経路上を循環すると共に実質的に水平に指向する複数の貯蔵棚 5 とを備える。昇降装置 3 と協働するロボット 7 は、貯蔵棚 5 の取出し又は装入をするように構成されている。ロボット 7 は、又、貯蔵棚 5 からの物体の取出し又は貯蔵棚 5 への物体の装入をするように構成されている。昇降装置 3 との相互作用の結果として、少なくとも 1 個の貯蔵棚 5 が昇降装置 3 の経路の上部半円の領域に位置する時にだけ、ロボット 7 は、これらの動作を行うことができる。これらの物体は、移送フレーム 11、容器ラック 21 と容器 17 よりなる群から選択される。

10

#### 【0017】

例えば、ガラスやプラスチックで製造される試験管は、「容器」又は「試料容器」と呼ばれる。試験管は、又、「バイアル」と「管」を含む。特に、バイアルと管は、実質的に円筒形に形成されていると共に、好ましくはマガジン又はラックで貯蔵又は搬送される。マイクロプレートと実質的に同じフットプリントを設けた容器ラック 21 が特に好ましい。しかしながら、用語「容器」は、又、液体、固体又は液体と固体の混合物を收容するのに適した他の全ての容器を含む。例えば、ふた付きの小びんはこのような容器であり、これらの小びんは、ガラス又はプラスチックで製造され、ふたは、例えば、ねじぶた、スナップオンキャップ又はプラグとして形成される。

20

#### 【0018】

ロボット化研究室では、マイクロチューブ・クラスタ・ラックが特に好ましい。何故なら、これらマイクロチューブ・クラスタ・ラックが、SBS（生体分子スクリーニング学会）規格に従うマイクロプレートのフットプリントで、しばしば「SBSフットプリント」と呼ばれるフットプリントに対応するフットプリントを有するからである。この規格は、ANSI（米国規格協会）によって、ANSI/SBS1-2004規格として採用されている。96個のマイクロチューブを有するラックが公知である。前出のレンプ社は、又、商品名レンプ・チューブ・テクノロジー（REMP Tube Technology）（登録商標）で、96個又は384個のマイクロチューブを有するマイクロチューブ・クラスタ・ラックを販売する。

30

#### 【0019】

このような容器ラック 21 は、貯蔵棚 5 の上に直接載置することができる。容器ラック 21 が貯蔵棚 5 の上で摺動するのを防止することにより、貯蔵棚 5 上で容器ラック 21 を明確に位置決めするように、適当な凹所又はコンパートメント（図 7 参照）を貯蔵棚 5 に設けることが好ましい。少なくとも 1 個の貯蔵棚 5 が昇降装置 3 の経路の上部半円の領域に位置する時に、このように明確に位置決めされた容器ラック 21 は、ロボット 7 によってアクセスされると共に正確に把持される。貯蔵棚 5 は、アルミニウムシート又はクロム鋼シートで製造されることが好ましい。特に、アルミニウムは良好な熱導体であり、このようなアルミニウム棚は、相対的に軽いけれども、十分に安定性がある。

40

#### 【0020】

しかしながら、このような容器ラック 21 は移送フレーム 11 の上に載置することもできる。容器ラック 21 が移送フレーム 11 の上で摺動するのを防止することにより、移送フレーム 11 上で容器ラック 21 を明確に位置決めするように、適当な凹所又はコンパートメント（図 7 参照）が移送フレーム 11 に設けられる。これらの移送フレーム 11 は、貯蔵棚 5 よりも少し短いと共に、貯蔵棚 5 上の正確な位置に載置することができる（図 7 参照）。好ましくは、移送フレーム 11 は、プラスチック材料で製造される。移送フレーム 11 は、容器ラック 21 の凹所又はコンパートメントの代わりに、パイロンのアレイを備えることもでき、試験管又は他の容器 17 がパイロンの間に挿入され得る（図 7 参照）

50

。容器ラック 2 1 が、又、このようなパイロンを備えることにより、バイアルと試験管を、手動又はロボット手段で、これらの容器ラック 2 1 に挿入又は容器ラック 2 1 から除去することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

昇降装置 3 と協働するロボット 7 を設けて、ロボット 7 が、貯蔵棚 5 の取出し又は装入あるいは貯蔵棚 5 からの物体の取出し又は貯蔵棚 5 への物体の装入をし、且つ、この貯蔵棚 5 が少なくとも昇降装置 3 の経路の上部変曲点 1 2 の近くに位置する時に、ロボット 7 が上記の取出し又は装入をすることができるように構成されている。取出すべき物体の位置が高くなればなる程、物品は、ロボット 7 のグリッパ 2 0 によってより簡単に把持され得る。別のやり方として、昇降装置 3 と協働するロボット 7 を設けて、ロボット 7 が、貯蔵棚 5 の取出し又は装入あるいは貯蔵棚 5 からの物体の取出し又は貯蔵棚 5 への物体の装入をし、且つ、2 個の貯蔵棚 5 の各々が、昇降装置 3 の経路の上部変曲点 1 2 から昇降装置 3 の経路の上部半円の実質的に 1 / 4 である距離に位置する時に、ロボット 7 が上記の取出し又は装入をすることができるように構成されている。この別の形態は、各昇降装置 3 に対して、2 個の貯蔵棚 5 をロボット 7 によってアクセスされるように同時に位置決めされるという利点を有する。

10

#### 【 0 0 2 2 】

単一の昇降装置 3 (不図示) を単一の貯蔵チャンバー 1 3 に配置することができるが、2 個以上の昇降装置 3 , 例えば、図 1 に示すように、4 個の昇降装置 3 を単一の貯蔵チャンバー 1 3 に配置してもよい。少なくとも 2 個の昇降装置 3 が設けられる時、昇降装置 3 は、互いに近接して実質的に平行に配置されることが好ましく、ロボット 7 は、好ましくは、昇降装置 3 の長手軸心 4 に垂直に移動自在に構成される。これは、より簡単な第 1 実施形態の小型貯蔵システムの垂直断面を示す図 1 と、図 1 に示す小型貯蔵システムの平面図を示す図 2 との組合せより明白である。

20

#### 【 0 0 2 3 】

本発明の第 2 実施形態にかかる小型貯蔵システムの垂直縦断面を示す図 3 は、本発明の小型貯蔵システム 1 の好ましい改良を示す。この小型貯蔵システム 1 の貯蔵領域 2 は、断熱間仕切 1 4 によって互いに恒久的に分離された貯蔵チャンバー 1 3 を備える。この場合、昇降装置 3 は、各貯蔵チャンバー 1 3 内に配置されている。同様に、この場合、昇降装置 3 は、互いに近接して実質的に平行に配置されることが好ましく、ロボット 7 は、昇降装置 3 の長手軸心 4 に垂直に移動自在に構成される。これらの全ての熱的に分離された貯蔵チャンバー 1 3 内の温度は、要求条件に応じて同一に又は異なるようにすることができる。好ましくは、ロボット 7 は、昇降装置 3 を止めると共に、貯蔵棚 5 からの移送フレーム 1 1 の取出し又は貯蔵棚 5 への移送フレーム 1 1 の装入あるいは止められた昇降装置 3 の貯蔵棚 5 の取出し又は装入を行う少なくとも 1 個のグリッパフレーム 1 6 を含む (図 8 参照)。この構成の変形例として、昇降装置 3 に対して分解作業や保全作業等の特殊作業を行わなければならない時あるいはこの昇降装置 3 を、少なくとも一時的に小型貯蔵システム 1 の貯蔵領域 2 から取外したり別の昇降装置 3 と交換しなければならない時、同様に絶縁されているが取外し自在の間仕切 (いわゆる「可動間仕切」(不図示)) を、昇降装置 3 の両側に組込むことができる。

30

40

#### 【 0 0 2 4 】

各貯蔵チャンバー 1 3 が少なくとも 1 個の封止搬入ハッチ 1 5 を含むことが特に好ましい。これにより、貯蔵チャンバー 1 3 が互いに完全に断熱され得る。このようにして、他の貯蔵チャンバー 1 3 や更に小型貯蔵システム 1 の機能を落とすことなく、単一の貯蔵チャンバー 1 3 を例えば保守作業のために解氷することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

第 1 実施形態にも関連するが、特に第 2 実施形態に関して、貯蔵領域 2 は、- 3 5 以下の温度に冷凍できることが好ましい。その上、移送領域 6 は、- 1 5 未満の温度に冷凍できるべきである。この温度差は、通常、冷凍試料の品質を落とさない。何故なら、これらの試料は、容器ラック 2 1 を伴って又は伴わずにあるいは移送フレーム 1 1 を伴って

50

又は伴わずに閉鎖容器 17 内に把持されているからである。この把持は、少なくとも - 15 に予備冷却されるロボット式グリッパ 20 によって実行される。ロボット 7 によって保持されて同様に - 15 に予備冷却される容器ラック 21、移送フレーム 11 又は貯蔵棚 5 内で、試料を移送することができる。

#### 【0026】

小型貯蔵システム 1 の特に好ましい実施形態において、貯蔵領域 2 を - 80 の温度に冷却することができる。この場合、移送領域 6 は - 20 の温度に冷却されることが好ましい。上述したこれらの温度は、例えば、圧縮機を備える冷凍装置 10 を使用して発生することができ、圧縮機の第 1 段が、移送領域 6 用の - 20 の温度を供給し、圧縮機の第 1 段と第 2 段が貯蔵領域 2 用の - 80 の温度を供給する。

10

#### 【0027】

小型貯蔵システム 1 は、少なくとも 1 個のロック 33 を含むことが好ましい。このロック 33 は、貯蔵棚 5、移送フレーム 11 と貯蔵マガジン又は容器ラック 21 の小型貯蔵システム 1 への装入又は小型貯蔵システム 1 からの取出し用に形成されている。これらの貯蔵棚 5、移送フレーム 11 と貯蔵マガジン又は容器ラック 21 は、バイアル 17、管 22 又は例えば、ねじ付付き小型ガラスジャーとワークマガジン 24 等の他の容器で形成される試料容器を備えることが好ましい。

#### 【0028】

好ましくは、各昇降装置 3 は、ラック 27 内に組立てられると共に、このラック 27 と一緒に小型貯蔵システム 1 のハウジング 8 から開口 28 を介して側方に取り外すことができる。熱的ブリッジの発生を防止するために、一旦昇降装置 3 が挿入されると (図 2 参照)、この開口 28 は、断熱部 9 を有するカバー 29 によって閉鎖される。このカバー 29 は、昇降装置 3 と共に小型貯蔵システム 1 から取り外すことができるように、ラック 27 に固定することができる。しかしながら、カバー 29 は、ドアとして形成すると共に、小型貯蔵システム 1 のハウジング 8 に止着することができる。各昇降装置 3 は、貯蔵領域 2 の外部に配置された駆動モータ 54 を備えることが好ましく、駆動モータ 54 は、断熱ロータリージョイント 55 を介して側部チェンドライブ 43 に連結される。しかしながら、もし貯蔵領域 2 の温度が - 20 であるならば、駆動モータ 54 は貯蔵領域 2 内に配置することもできる。

20

#### 【0029】

図 6 A と図 6 B は、2 個の主チェンドライブ 32 とこのようなラック 27 を有する昇降装置 3 の斜視図を示す。各昇降装置 3 は、その両端 31 に配置されて実質的に垂直であると共にローラーチェーンを有する 2 個の主チェンドライブ 32 を含む。これらのローラーチェーンは、上部及び下部のスプロケットホイール 34 の回りを走行する。主チェンドライブ 32 は、少なくとも 1 個の軸 35 によって機械的に互いに連結される。これらのローラーチェーンの隣接リンクは、棚受台 37 として形成されたリンクプレートによって互いに連結される。リンクピンが各棚受台 37 に挿通されることが好ましい。各主チェンドライブ 32 は、2 個の平行ローラーチェーンを含むことが好ましく、又、これらのローラーチェーンの各リンクは、U 字状の棚受台 37 によって囲まれることが好ましい。主チェンドライブ 32 のローラーチェーンへの追加の安定器として、他の本質的に非負荷支持型の支持チェーン 61 を主チェンドライブ 32 に平行に配置することができる (図 7 参照)。好ましくは、各主チェンドライブ 32 は、追加の平行支持チェーン 61 を含み、支持チェーン 61 のリンクは棚受台 37 によって囲まれない。

30

40

#### 【0030】

図 6 A は、安定化側部チェンドライブ 43 を特徴とする、昇降装置 3 の第 1 変形例を示す。この側部チェンドライブ 43 は、貯蔵棚 5 が傾斜するのを防止すると共に、貯蔵棚 5 が、昇降装置 3 内のその全走行経路に沿って少なくとも近似的に水平な位置を維持することを確実にする。実質的に水平に保持された貯蔵棚 5 を有する本発明にかかる昇降装置 3 は、連続的に前後に運転することができる。第 1 変形例にかかる各昇降装置 3 は、その一端 31 に配置されていると共にローラーチェーンを有する実質的に垂直な側部チェー

50

ンドライブ43を含む(図7参照)。側部チェンドライブ43のこれらのローラーチェーンは、上部と下部のスプロケットホイール34の回りを走行すると共に、主チェンドライブ32から軸方向オフセット寸法41と側方オフセット寸法42だけ偏倚させられる。隣接チェーンリンクは、ダミー受台44として形成されたリンクプレートによって互いに連結される。好ましくは、各側部チェンドライブ43はローラーチェーンを含み、ローラーチェーンの各リンクは、U字状のダミー受台44によって囲まれている。好ましくは、リンクピンは、これらの棚受台37又はこれらのダミー受台44に挿通される。又、各棚受台37が、軸方向オフセット寸法41と側方オフセット寸法42を橋渡しする本質的に堅固な関節連結部46によって、ダミー受台44に連結されることが好ましい。昇降装置3の図示された第1変形例において、主チェンドライブ32の少なくとも1個の歯付き駆動ホイール56が、中間歯付きホイール57又は歯付きベルト(図7に不図示)によって、側部チェンドライブ43の歯付き駆動ホイール59に機械的に連結される。好ましくは、関節連結部46は、細長部品47と2個の横断シャंक48を有するZ字状部材として形成され、横断シャंक48は、棚受台37又はダミー受台44に配設されたスリーブ49に回転自在に嵌入された回転軸として形成される(図7参照)。

10

20

30

40

50

#### 【0031】

更に、棚受台37に配設されたスリーブ49が、2個の周囲フランジ51を有するローラー50を更に含むように構成することができる。これらのフランジ51は、貯蔵棚5の間の正確な距離を規定し、これらのフランジの外径は、チェーンピッチの寸法の正確に2倍に相当することが好ましい。本実施形態では、15.875mmのチェーンピッチが選択されたので、フランジ51の外径は31.75mmである。

#### 【0032】

好ましくは、このような昇降装置3を有する小型貯蔵システム1は、フットプリントと規格マイクロプレートの正規高さ又は同じフットプリントとこの正規高さの整数倍を有する貯蔵マガジン又は容器ラック21を貯蔵するように構成されている。小型貯蔵システム1は、少なくとも3個の昇降装置3と1立方メートル当たり少なくとも100個の規格マイクロプレートの特定貯蔵容量を有することが特に好ましい。

#### 【0033】

本発明にかかる各小型貯蔵システム1は、貯蔵領域2と移送領域6の温度を調整すると共に昇降駆動のモータ54とロボット7を制御するホストコンピュータ60を備えることが好ましい。コンピュータ60に、ロボット7によって行われる作業の時間最適化スケジューリングをこのコンピュータに実行させ得るソフトウェアをインストールすることが好ましい。このスケジューリング方法により、多数の試料を極めて短時間に昇降装置3に装填又は昇降装置3から供給をすることができる。このような作業は、第3者メーカーからマガジン内にゆるくロボットに提供された管のリフォーマッティングを含む。このような個々の管を把持し得るロボット7を有することは非常に好都合である。第3者メーカーからのこのような管は、例えば、移送フレーム11に及び移送フレーム11で貯蔵棚5に装填され得る。第3者メーカーのマガジンとバイアル17用ラックに、SBS規格から外れたフットプリントを設けることができる。同様に、ロボット7は、SBS規格に従わない容器又はラックに合致する交換自在のグリッパーを含むことができる。

#### 【0034】

図6Bは、安定化カムディスク36を有する昇降装置3の第2変形例を示す。これらの昇降装置3の各々は、その一端31に配置されていると共にカムレール45とカムベイル58を有する実質的に垂直なカムディスク36を含む。形状安定的なカムベイル58の各々は、貯蔵棚5を支承する棚受台37に対応すると共に、揺動自在に棚受台37に連結されている。昇降装置3の走行経路に対応する長円形のカムレール45及びカムベイル58との組合せにより、このカムディスク36は、貯蔵棚5が傾斜するのを防止すると共に、貯蔵棚5が、昇降装置3内のその全走行経路に沿って少なくとも近似的に水平な位置を維持することを確実にする。実質的に水平に保持された貯蔵棚5を有する本発明にかかる昇降装置3は、連続的に前後に運転することができる。

## 【 0 0 3 5 】

図 7 は、図 6 A の拡大斜視図を示す。主チェンドライブ 3 2 の側方オフセットと、主チェンドライブ 3 2 の側部チェンドライブ 4 3 に対する軸方向オフセットとが明瞭に図示されている。その上、棚受台 3 7 が、主チェンドライブ 3 2 に対して実質的に水平な位置で棚受台 3 7 を確実に支持する成形サポート 5 2 を含み得ることが明白である。好ましくは、各昇降装置 3 は、実質的に垂直に配置されたガイドレール 5 3 を含み、更に、ガイドレール 5 3 は、棚受台 3 7 に配置されたローラー 5 0 の回転フランジ 5 1 の間に係合する。更に、第三者メーカーの管又はパイアル 1 7 が、パイロンの間の移送フレーム 1 1 に及び移送フレーム 1 1 で貯蔵棚 5 に装填されることが明瞭に図示されている。

## 【 0 0 3 6 】

図 8 は、2 個のグリッパーフレーム 1 6 と、2 個のヘッド 1 8、1 9 と、トランスファーステーション 2 3 とを有するロボット 7 の斜視図を示す。ロボット 7 は、少なくとも 1 個の、好ましくは 2 個のヘッド 1 8、1 9 を含む。1 個のヘッド 1 8 又は 2 個のヘッド 1 8、1 9 の各々は、試料容器 1 7 を有する容器ラック 2 1 又は管 2 2 を把持あるいは容器ラック 2 1 又は移送フレーム 1 1 に配置された試料容器 1 7 を把持するグリッパ 2 0 を備える。ロボット 7 は、又、これらの試料容器 1 7、2 2 をワークマガジン 2 4 に再分配するトランスファーステーション 2 3 を含むことが好ましい。ロボット 7 はグリッパ 2 0 を備えることが好ましい。グリッパ 2 0 により、ロボット 7 は、例えば、SBS フットプリントを有する全容器ラック 2 1 等の任意の種類容器 1 7 のみならず、試験管とパイアル等の個々の好ましくは円筒形の試料容器を保持することができる。好ましくは、ロボット 7 は、昇降装置 3 を止めると共に、貯蔵棚 5 からの移送フレーム 1 1 の取出し又は貯蔵棚 5 への移送フレーム 1 1 の装入あるいは止められた昇降装置 3 の貯蔵棚 5 の取出し又は装入を行う少なくとも 1 個のグリッパーフレーム 1 6 を含む。このようにして、グリッパーフレーム 1 6 は、貯蔵棚 5、移送フレーム 1 1 等の好ましくは皿形の試料キャリアを把持する。

## 【 0 0 3 7 】

トランスファーステーション 2 3 は、容器ラック 2 1 のコンパートメント 2 6 から、容器ラック 2 1 の下方に配置されたワークマガジン 2 4 のコンパートメント 2 6 に管 2 2 を圧入し得るパンチャー 2 5 を含む。前述したように、ロボット化研究室では、マイクロチューブ・クラスタ・ラックが特に好ましい。何故なら、これらマイクロチューブ・クラスタ・ラックが、SBS 規格マイクロプレートのフットプリントに対応するフットプリントを有するからである。前出のレンプ社は、又、商品名レンプ・チューブ・テクノロジー（登録商標）で、9 6 個又は 3 8 4 個のマイクロチューブを有するマイクロチューブ・クラスタ・ラックを販売する。これらのラック及びマイクロチューブと従来技術の間の本質的相違点は、少なくとも 2 個のラックを互いに上下に配置することにより、試験管が供給されると共に、試験管が、上方のラックから、下方のラックで見当合せで対応するように位置決めされた収容キャビティにマニプレーターによって圧入される。一方、この移送工程は、下方ラックから、上方ラックの適当に位置決めされた収容キャビティに試験管を圧入するマニプレーターによって実行することもできる（欧州特許第 0 9 0 4 8 4 1 号又は米国特許第 6, 8 2 7, 9 0 7 号参照）。

## 【 0 0 3 8 】

ここで、再び、貯蔵マガジン又は容器ラック 2 1 又はワークマガジン 2 4 の概略斜視図を示す図 4 とトランスファーステーション 2 3 の垂直断面を示す図 5 を参照する。

## 【 0 0 3 9 】

トランスファーステーション 2 3 では、パンチャー 2 5 が、試料容器を容器ラック 2 1 のコンパートメント 2 6 からワークマガジン 2 4 のコンパートメント 2 6 に圧入する。容器ラック 2 1 とワークマガジン 2 4 は、実質的に同一に製造され、とりわけその使用において互いに異なる。容器ラック 2 1 は、容器 1 7 又は管 2 2 の貯蔵と供給をするのに使用される。一方、ワークマガジン 2 4 は、ロボット 7 又は作業者によって使用されると共に、小型貯蔵システム 1 の外部で行われる処理手順や解析手順に一般に割当てられる。容器

10

20

30

40

50

ラック 21 は、複数（好ましくは、96 個又は 384 個）のコンパートメント 26 を互いに分離する間仕切 40 を有する。これらのコンパートメント 26 は、上部開口 38 と下部開口 39 を有するので、好ましくは封止管 22 からなる容器を、任意のコンパートメント 26 に選択的に上方から又は下方から挿入することができる。この挿入は、工具又はパンチャー 25 により自動的に実行されることが好ましい。容器ラック 21 又はワークマガジン 24 は、SBS フットプリントを規定する幅 A と長さ B を有することが好ましい。これらのラック又はマガジンの高さは、マイクロプレートの規格高さに対応することが好ましい。管 22 用の図示の容器ラック 21 の代わりとして、容器ラックが、好ましくは SBS フットプリントを有して組織カセットを収容するように構成することができる（不図示）。好ましくは、このような代わりの容器ラックは、各々が側部を載置させた組織カセットを収容する 24 個のコンパートメントを有すると共に、規格マイクロプレートの高さの 2 倍の高さを有することが好ましい。

10

**【0040】**

ロボット 7 は、好ましくは、構造フレーム 30 内に組立てられると共に、グリッパーフレーム 16、ヘッド 18、19 とトランスファーステーション 23 と一体に小型貯蔵システム 1 から取外すことができるように構成される。これは、移送領域 6 を解氷させずにロボット 7 全体を取外すことを可能にするので、特に保全目的に好ましい。従って、貯蔵領域 2 もロボット 7 の保全作業の影響を受けず、このことは、全ての昇降装置 3 が共通貯蔵チャンバー 13 内に位置する時に特に好都合である。

20

**【0041】**

本発明にかかる小型貯蔵システムは、冷凍試料を貯蔵及び供給する対応する方法を実施するのに使用されることが好ましい。上記の小型貯蔵システム 1 において、この方法は、小型貯蔵システム 1 の貯蔵領域 2 内に配置された少なくとも 1 個の少なくとも実質的に垂直な昇降装置 3 に冷凍試料を貯蔵し、昇降装置 3 は、長手軸心 4 と、実質的に長円形の経路上を循環すると共に実質的に水平に指向する複数の貯蔵棚 5 とを備える。昇降装置 3 と協働するロボット 7 は、貯蔵棚 5 の取出し又は装入をする。ロボット 7 は、又、貯蔵棚 5 からの物体の取出し又は貯蔵棚 5 への物体の装入をすることができる。少なくとも 1 個の貯蔵棚 5 が昇降装置 3 の経路の上部半円の領域に位置する時に、ロボット 7 は、上記の取出し又は装入の作業を行うことができる。これらの物体は、移送フレーム 11、容器ラック 21 と容器 17 よりなる群から選択される。

30

**【0042】**

特に、この貯蔵棚 5 が少なくとも上部変曲点 12 の近傍に位置する時に、ロボット 7 は、上記の取出し又は装入の作業をすることができる。貯蔵棚 5 がこの位置に到達するのがどの方向であるかは無関係である。別のやり方として、2 個の貯蔵棚 5 の各々が、上部変曲点 12 から上部循環半円の実質的に 4 分の 1 である距離だけ離隔して位置する時に、ロボット 7 は、上記の取出し又は装入をすることができるように構成される。

**【0043】**

各昇降装置 3 がそれ自身の駆動モータを備える時、本発明にかかる方法は特に効率的に且つ時間節約で実施され得る。このようにして、各昇降装置 3 を他の昇降装置 3 と独立して移動させることができる。このようにして、昇降装置 3 の少なくとも 1 個の貯蔵棚 5 を昇降装置 3 の上部循環半円の領域内に位置決めして、少なくとも 1 個の貯蔵棚 5 を試料の予定の装入又は取出しに好都合な位置に運ぶように、全ての昇降装置 3 の駆動モータ 54 がホストコンピュータ 60 によって制御されることが特に好ましい。同様にホストコンピュータ 60 によって制御されるロボット 7 も、次に、指定個数の特定の試料を貯蔵棚 5 に装入する又はこれらの試料を貯蔵棚 5 から取出す。ロボット 7 が移送領域 6 内で作動している間、昇降装置 3 は、既に処理された貯蔵棚 5 と共に別の操作位置に運ばれ得る。好ましくは、ロボット 7 の最短作業時間が得られるように、ホストコンピュータ 60 は、ロボット 7 の経路と昇降装置 3 の回転経路（及びもし必要なら回転方向）を互いに整合及び最適化する。従って、小型貯蔵システム 1 のハウジング 8 の内部又は外部に配置され得る好ましいホストコンピュータ 60 は、時間最適化スケジュールに従ってロボット 7 と昇降装

40

50

置 3 を制御する。上述したように、特定の貯蔵棚 5 を昇降装置 3 の上部変曲点 1 2 の少なくとも近傍に位置決めするように、各昇降装置 3 は、特定の貯蔵棚 5 の現在位置に依存して必要に応じて前後に循環させ得ることが好ましい。

【 0 0 4 4 】

ロボット 7 は、トランスファーステーション 2 3 を有することが好ましい。少なくとも 2 個のラック又はマガジンを互いに上下に配置すると共に、管 2 2 からなる試験管を上方の容器ラック 2 1 から下方のワークマガジン 2 4 において見当合せで対応するように位置決めされた収容キャビティに工具又はマニプレーターで圧入することによって、試験管が移送ステーション 2 3 に供給される。一方、この移送工程は、管 2 2 を下方のラックから上方のラックにおいて見当合わせで対応するように位置決めされた収容キャビティにマニプレーターで圧入することによって実行することもできる。容器ラック 2 1 とワークマガジン 2 4 の位置も必要に応じて交換することができ、ロボット 7 は、要求条件に応じて 2 個の容器ラック 2 1 又は 2 個のワークマガジンに作用する。

10

【 0 0 4 5 】

ロボット 7 の時間最適化運転モードの見地から特に好ましくは、ロボット 7 は、各々がグリッパー 2 0 を有する 2 個のヘッド 1 8、1 9 を含むと共に、グリッパー 2 0 で、管 2 2 を有する容器ラック 2 1 を貯蔵棚 5 から又は移送フレーム 1 1 から実質的に同時に把持すると共に、これらの管 2 2 をトランスファーステーション 2 3 に再分配するように容器ラック 2 1 を供給することができる。容器 1 7 又は容器ラック 2 1 の純粋な取出し又は装入のために消費されるロボット 7 の運転時間は、2 個のグリッパーヘッド 1 8、1 9 によって 2 分される。

20

【 0 0 4 6 】

上述したように、各昇降装置 3 は、好ましくはラック 2 7 内に組立てられると共に、保全目的のために、このラック 2 7 と共に開口 2 8 を介して小型貯蔵システム 1 のハウジング 8 から側方に取外し可能である。これは、小型貯蔵システム 1 の第 2 実施形態において特に好都合である。何故なら、個々の貯蔵チャンパー 1 3 ( 図 3 参照 ) 内に位置する他の昇降装置 3 の温度や機能を損なうことなしに、単一の昇降装置 3 をハウジング 8 から取外すことができるからである。

【 0 0 4 7 】

取外すべき昇降装置 3 は、ロボット 7 を使用して前もって空にすることができる。これは、保守又は修理作業を昇降装置 3 又は関連する貯蔵チャンパー 1 3 に対して行う必要がある時に特に推奨される。

30

【 0 0 4 8 】

しかしながら、取外された昇降装置 3 を、内部に貯蔵された全ての冷凍試料と共に別の冷凍機又は別の小型貯蔵システム 1 に組込むこともできる。上記の他の冷凍機は、定置又は搬送自在の冷凍機であり得る。

【 0 0 4 9 】

昇降装置 3 の開示された変形例と小型貯蔵システム 1 の実施形態の特徴を組合せることのできる程度まで、このような組合せは本発明の範囲内に属する。図中の同じ参照番号は、たとえ明確に記載されていない場合でも同一の特徴を指す。

40

【 0 0 5 0 】

小型貯蔵システム 1 に貯蔵された試料の明確な識別の問題は、好ましくは、小型貯蔵システム 1 の全ての搬送自在の部品が識別手段を備えることによって解決される。これらの搬送自在の部品は、特に、貯蔵棚 5、移送フレーム 1 1、容器又はバイアル 1 7、管 2 2 とワークマガジン 2 4 を含む。更に、特定の管 2 2 の位置捕捉は、行と列によるコンパートメント 2 6 の番号付けを含む S B S 規格によって簡略化される。低貯蔵温度に耐える全ての共通識別手段を識別手段として使用することができる。従って、1 次元、2 次元又は 3 次元のバーコード等の光学読取り式識別手段又はワイヤレス識別と例えば、無線周波数タグ ( R F I D タグ ) によって視覚的接触なしで読取ることのできる識別手段が特に注目されている。RuBee、ZIGBee 又は Bluetooth 等の他のワイヤレスシステムが、適正に応じて

50

好ましい。例えば、貯蔵棚 5、移送フレーム 11、容器又はバイアル 17 と容器ラック 21 等のより大型の搬送自在の部品を 1 次元バーコードによって識別することが特に好ましい。管 22 等のより小型の搬送自在の部品は 2 次元バーコード（不図示）を備えることが好ましい。

【0051】

ロボット 7 は、例えば、バーコードリーダー等の識別リーダーを備えることが好ましく、その識別リーダーは、小型貯蔵システム 1 において収容、搬送、取外しをする必要のある又は取外された部品上の適当な識別手段を読取ることができる（不図示）。しかしながら、各昇降装置 3 の及び / 又は全小型貯蔵システム 1 の中央装置が、個々の搬送自在の部品の識別工程を担当する又は少なくとも、特定の識別作業においてロボット 7 を支援するように構成することができる。貯蔵リストと移送リストを表示及び / 又は印刷することができるように、ホストコンピュータ 60 が識別を監視及び記憶することが特に好ましい。特に、試料が、好ましくはロック 33 を介して自動的に装入される場合、個々の試料又は他の搬送自在の部品の同一性と割当てられた貯蔵位置の決定は大いに重要である。このような識別装置により、正確な在庫品目録をいつでもホストコンピュータ 60 から検索することができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】本発明の第 1 実施形態にかかる小型貯蔵システムの垂直縦断面図である。

【図 2】図 1 の小型貯蔵システムの平面図である。

【図 3】本発明の第 2 実施形態にかかる小型貯蔵システムの垂直縦断面図である。

【図 4】貯蔵マガジン又はワークマガジンの概略斜視図である。

【図 5】パンチャーが、貯蔵マガジンのコンパートメントからワークマガジンのコンパートメントに試料容器を突出すトランスファーステーションの垂直断面図である。

【図 6 A】2 個の主チェンドライブとフレームを備える昇降装置において、安定化側部チェンドライブを設けた第 1 変形例の斜視図である。

【図 6 B】2 個の主チェンドライブとフレームを備える昇降装置において、安定化カムディスクを設けた第 2 変形例の斜視図である。

【図 7】側部チェンドライブに対する主チェンドライブの側方オフセットと軸方向オフセットを鮮明に見ることのできる、図 6 A の拡大斜視図である。

【図 8】2 個のグリッパーフレーム、2 個のヘッドとトランスファーステーションを備えるロボットの斜視図である。

【符号の説明】

【0053】

- 1 小型貯蔵システム
- 2 貯蔵領域
- 3 昇降装置
- 4 長手軸心
- 5 貯蔵棚
- 6 移送領域
- 7 ロボット
- 8ハウジング
- 9 断熱部
- 10 冷凍装置
- 11 移送フレーム
- 13 貯蔵チャンバー
- 14 断熱間仕切
- 16 グリッパーフレーム
- 17 容器
- 20 グリッパ

10

20

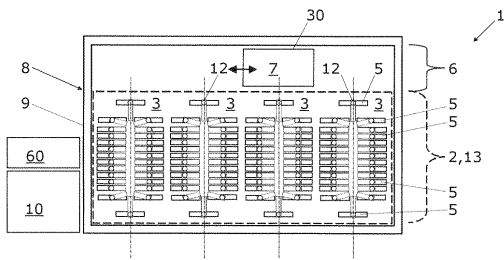
30

40

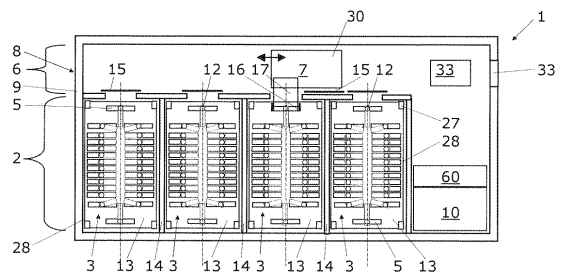
50

- 2 1 容器ラック
- 2 2 管
- 2 3 トランスファーステーション
- 2 4 ワークマガジン
- 2 5 パンチャー
- 2 6 コンパートメント
- 3 0 構造フレーム
- 4 0 間仕切
- 5 0 ローラー
- 5 4 駆動モータ
- 6 0 ホストコンピュータ

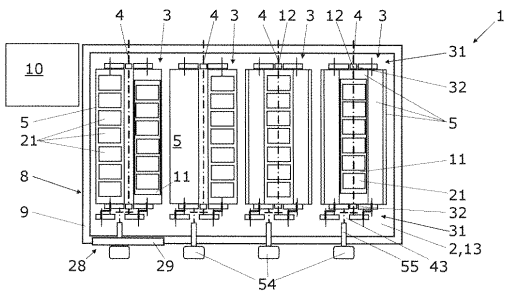
【 図 1 】



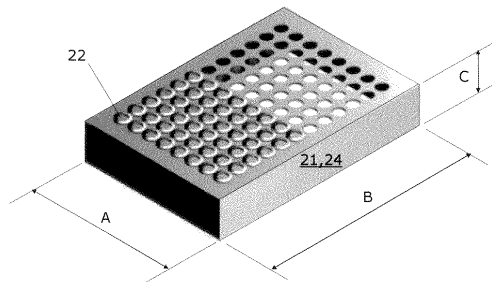
【 図 3 】



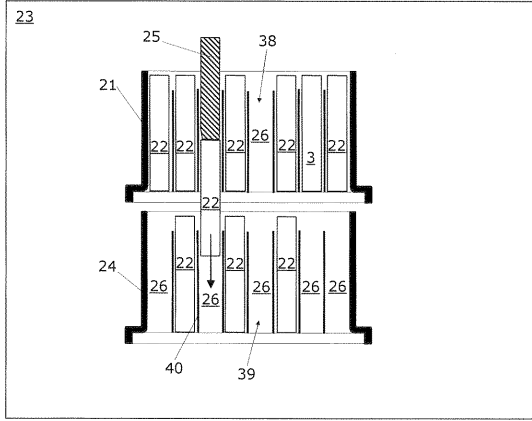
【 図 2 】



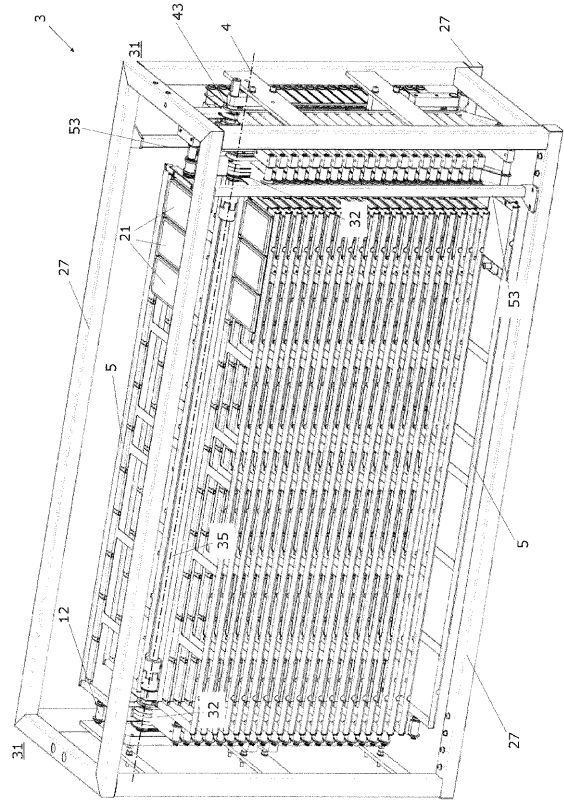
【 図 4 】



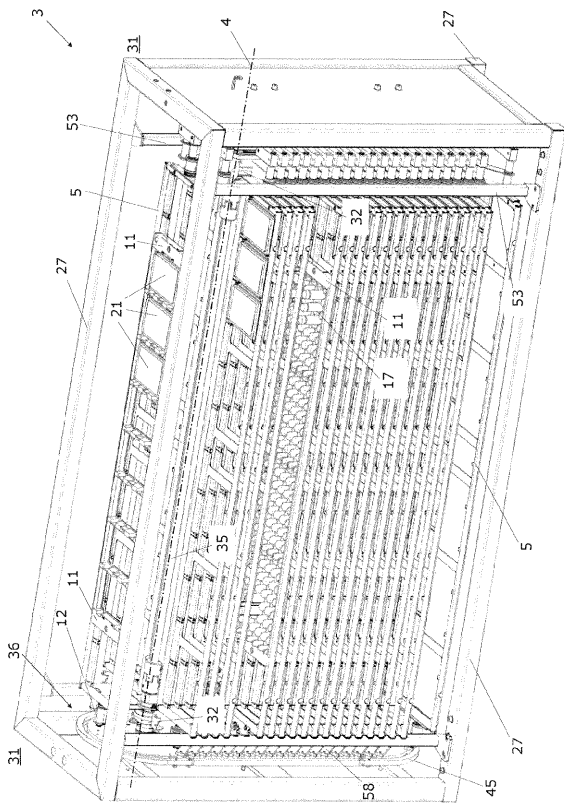
【図 5】



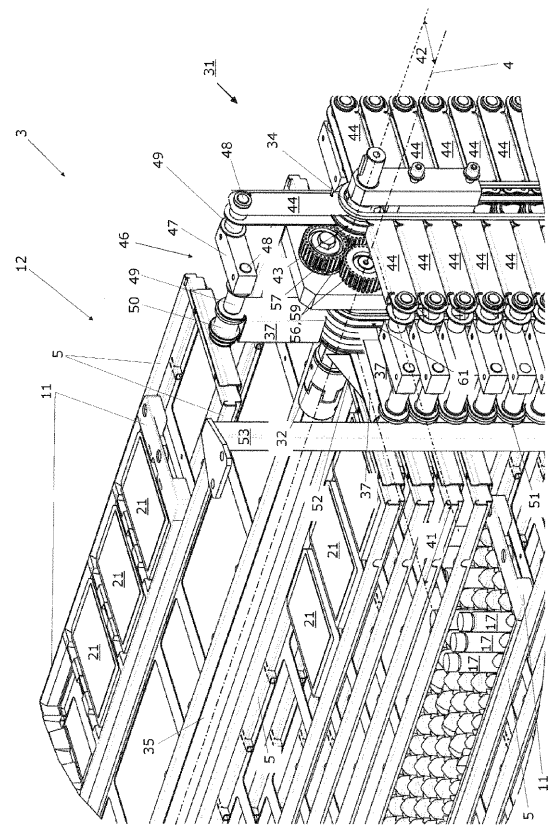
【図 6 A】



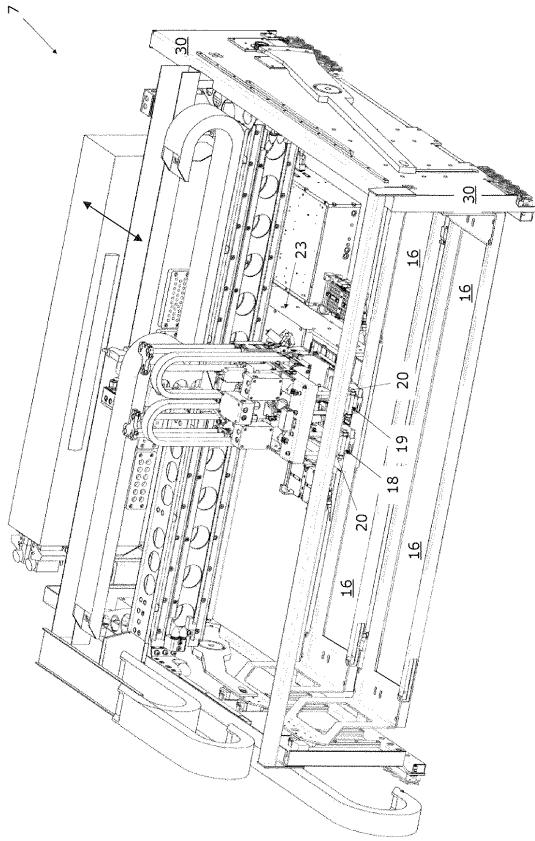
【図 6 B】



【図 7】



【 図 8 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 クリスティアン・カヒェリン  
スイス、ツェーハー - 3 5 3 2 ツェツィヴィル、オーベレロイテネンシュトラッセ 3 3 番
- (72)発明者 ベルンハルト・イゼリ  
スイス、ツェーハー - 3 2 8 4 フレシエルス、アルペンヴェーク 6 番
- (72)発明者 ディートマル・ライシュ  
スイス、ツェーハー - 3 6 0 0 トウン、グルニーゲルシュトラッセ 1 1 番
- (72)発明者 ユルク・シュテック  
スイス、ツェーハー - 3 4 2 2 キルヒベルク、チッフェリヴェーク 1 5 番
- (72)発明者 トーマス・シュトゥッキ  
スイス、ツェーハー - 3 5 1 0 コノルフィンゲン、エームリゲン 1 6 番
- (72)発明者 アンドレ・ヴァッサーファレン  
スイス、ツェーハー - 3 6 6 1 ユーテンドルフ、シュルラインシュトラッセ 2 5 番
- (72)発明者 ロレンツ・ツェルヴェガー  
スイス、ツェーハー - 3 6 0 0 トウン、シュヴァルメルンシュトラッセ 5 番
- Fターム(参考) 3F022 AA06 BB02 CC05 DD01 EE04 EE05 FF35 JJ07 KK20 MM01  
MM08 MM13 MM21 PP04

## 【外国語明細書】

05.12.2007 / TM

- 1 -

---

**TECAN Trading AG, Seestrasse 103, CH-8708 Männedorf**

---

5

**TC-0347P-JP**  
**Japan**

10

Compact storage system and its application

---

**Related patent applications**

15

This patent application claims priority of the Swiss patent application No. 01993/06 filed on December 7, 2006, the entire content of which is incorporated herein by explicit reference for all intents and purposes. The parallel European patent application No. EP 07 121 848.1 claims the same priority and has been filed on November 29, 2007.

**Related field of technology**

25 The present invention relates to a compact storage system with one storage area, a housing comprising thermal insulation and at least one refrigeration unit, with which at least the storage area can be cooled to a temperature below -15°C. The compact storage system comprises storage shelves arranged completely within the refrigerated storage area and a transfer area  
30 arranged above this storage area, in which an essentially horizontally moving robot is arranged. Moreover, the present intervention relates to a method for storing frozen specimens in a corresponding compact storage system.

05.12.2007 / TM

- 2 -

**Related prior art**

Biological specimens, such as bodily fluids (for instance blood, urine, saliva, or sperm), cells (for instance bacterial cultures) or tissue samples are very sensitive to temperature and must be stored under refrigeration to prevent them deteriorating after they have been obtained. Consequently, an essential aspect of examining biological and generally temperature-sensitive specimens is the storage and availability of these specimens in a frozen state, i.e. at low temperatures. This can occur for instance in deep freezers (i.e. at temperatures no higher than  $-18^{\circ}\text{C}$ ), in a gaseous atmosphere (i.e. at  $-78.5^{\circ}\text{C}$ ) cooled by means of dry ice (solid  $\text{CO}_2$ ) or in liquid nitrogen (at  $-196^{\circ}\text{C}$ ). Moreover, systems for mechanical refrigeration by means of compressors are known, which are capable of achieving minimum temperatures of  $-35^{\circ}\text{C}$  (single-stage design),  $-85^{\circ}\text{C}$  (two-stage design) or  $-135^{\circ}\text{C}$  (three stage design), depending on the design. All these types of storage have been known for a long time and have their specific advantages and disadvantages. Samples stored at  $-18^{\circ}\text{C}$  can already show signs of deterioration after only a short time due to the formation of ice crystals. This formation of ice crystals is reduced considerably at dry ice temperatures and is practically absent in liquid nitrogen. However, containers cooled with dry ice heat up quite quickly when all the  $\text{CO}_2$  is sublimated and the storage of specimens in liquid nitrogen is complex and only possible with special protective measures for personnel. There are few known systems that are particularly suitable for storing and making available large numbers of specimens by means of robotised and automatic systems.

The patent US 6,357,983 B1 discloses an automatic storage system. Two ring-shaped racks nested within each other and rotatable around a central axis with a plurality of horizontally disposed shelf positions arranged one above the other are located in an air-conditioned chamber, the temperature of which can be selected to range from  $-20^{\circ}\text{C}$  to plus  $20^{\circ}\text{C}$ . These shelf positions can be loaded by a robot moving vertically and outside the racks. This robot is equipped with a specially articulated gripper mechanism so that it can reach into the inner shelf positions by reaching through an outer

05.12.2007 / TM

- 3 -

shelf in each case. This system has the advantage that the robot and therefore the specimen is located in a cold atmosphere during the entire selection process and can be removed from the storage system through an air lock. However, this storage system appears to be limited with respect to the  
5 number of shelf racks, so that a relatively large volume must be cooled for a relatively small number of specimens and a rather complex robot must be employed.

Another storage system is disclosed in the patent US 6,694,767 B2. A completely thermally insulated storage space disposed for temperatures of  
10  $-85^{\circ}\text{C}$  to  $-80^{\circ}\text{C}$  is located below a controlled atmosphere work area in which a robot with a workstation is arranged. Storage racks with relatively small horizontal dimensions and many shelves arranged one above the other are suspended vertically in openings of the thermally insulated cover  
15 and are provided with a top plate for closing the thermally insulated zone of this storage space in the deployed state. A robot lifts such a storage rack so far out of the storage space that a gripper is able to remove a specimen container from a rack position. Even though there is a risk of a specimen warming up or even thawing when the frame is being removed from the  
20 storage space, a controlled  $\text{CO}_2$  atmosphere prevents aqueous vapour from condensing on the cold surfaces of the specimen containers.

The time required to make a specimen container available in this known storage system appears to be too long, above all when a large number of  
25 specimens must be made available within a short period of time.

A further storage system for storing and providing frozen specimens is known from the patent application JP 2004 131 249. This document discloses a storage space with circulating racks, each of which comprises a plurality of shelves with relatively small surfaces. Two of these circulating racks  
30 or horizontal paternoster devices are arranged in a refrigerated chamber, which is separated from a robot chamber by means of a wall interrupted by two openings. One robot takes a specimen container from a specific rack location on the circulating rack positioned closest to the one opening and

05.12.2007 / TM

- 4 -

gives this container to a second robot or a transfer area on the side opposite the storage chamber. The container can be identified by means of a camera. The storage chamber of this system appears to be relatively compact, however the robot requires a large amount of space, in particular if  
5 two robots are to be employed for making the specimens available and/or relocating the specimens from one specimen container to another.

A storage system with a plurality of vertical paternoster shelves that are serviced by at least one robot arranged above these shelves is disclosed in  
10 the patent CH 688 821 A5. The robot removes one storage container from the top shelf in each case. The goods are stored in a very compact and well utilised storage space with an unspecified temperature. The robot's paths appear to be very long for making many containers available efficiently, especially because only one container and/or object can be transported at a  
15 time.

In addition, storage systems produced by Remp AG (Oberdiessbach, Switzerland) are known, in which specimens can be stored, for instance in the REMP Small-Size Store™ system at temperatures of +4°C or -20°C or in the  
20 REMP Bio-Sample Store system at -80°C. A robot is employed in the latter, working at -20°C.

### **Object and summary of the present invention**

25 The object of the present invention was to propose an alternative storage system for frozen specimens that eradicated or at least minimised the known disadvantages in the prior art.

30 This object is fulfilled in accordance with a first aspect by means of a compact storage system comprising one storage area, a housing comprising thermal insulation and at least one refrigeration unit. This refrigeration unit can cool at least the storage area to a temperature that lies below -15°C. This compact storage system comprises storage shelves arranged com-

05.12.2007 / TM

- 5 -

pletely within the refrigerated storage area and a transfer area arranged above this storage area, in which an essentially horizontally moving robot is arranged. The compact storage system in accordance with the invention is characterised in that it comprises at least one paternoster device which is  
5 arranged in the storage area and is essentially vertical, which paternoster device comprises a longitudinal axis and a plurality of essentially horizontally oriented storage shelves circulating in an essentially oval path of travel, with the robot working in conjunction with a paternoster device, the robot device being accomplished for the purpose of and being capable of removing  
10 or depositing a storage shelf and/or removing objects from and/or placing them on a storage shelf, when at least one storage shelf is located in the area of the upper semicircle of the circulatory path of this paternoster device, with these objects being selected from a group comprising the transfer frames, container racks and containers.

15 This object is fulfilled in accordance with a second aspect by means of a method for storing and making available frozen specimens in such a compact storage system. The method in accordance with the invention is characterised in that the frozen specimens are stored in at least one at least essentially vertical paternoster device arranged in the storage area of the  
20 compact storage system with a longitudinal axis and a plurality of essentially horizontally oriented storage shelves circulating on an essentially oval path or are made available from it, with the robot working in conjunction with a paternoster device for the purpose of and being capable of removing  
25 or depositing a storage shelf and/or removing objects from and/or placing them on a storage shelf, when at least one storage shelf is located in the area of the upper semicircle of the circulatory path of this paternoster device, with these objects being selected from a group comprising the transfer frames, container racks and containers.

30 Additional preferred and inventive characteristics in each case are derived from the specification and the attached claims.

05.12.2007 / TM

- 6 -

In the context of the present invention the geometric term "oval" is defined as an intrinsically closed, essentially 0-shaped line. In the case of such an oval, the two essentially straight sections of equal length extend practically parallel to each other. The two neighbouring ends of their straight sections are connected to each other in each case by an at least approximate semi-circle.

### Brief introduction of the drawings

10

The present invention will now be described in greater detail with reference to exemplary embodiments and schematic drawings which do not restrict the scope of the invention.

- 15 Fig. 1 shows a vertical longitudinal section through a compact storage system in accordance with a first embodiment;
- Fig. 2 shows a plan view of the compact storage system in Fig. 1;
- 20 Fig. 3 shows a vertical longitudinal section through a compact storage system in accordance with a second embodiment;
- Fig. 4 shows a schematic 3D-view of a storage or work magazine;
- 25 Fig. 5 shows a vertical cross-section through a transfer station, in which a puncher thrusts a specimen container from a compartment of a storage magazine into a compartment of a work magazine;
- 30 Fig. 6 shows 3D-views of paternoster devices with two main chain drives and with a frame, wherein:
- Fig. 6A shows a first variant with a stabilising lateral chain drive, and
- Fig. 6B shows a second variant with a stabilising cam disc;

05.12.2007 / TM

- 7 -

- Fig. 7 shows an enlarged 3D-view of Fig. 6A, in which the lateral and the axial offset of the main chain drive in relation to the lateral chain drive is clearly visible;
- 5 Fig. 8 shows a 3D-view of a robot with two gripper frames, two heads and a transfer station.

### Description of the preferred embodiments of the invention

10

Figure 1 shows a vertical longitudinal view or section through a compact storage system 1 in accordance with a first embodiment. This compact storage system 1 comprises a storage area 2, which is arranged in a housing 8 provided with thermal insulation 9. Furthermore, this compact storage system 1 comprises at least one refrigeration unit 10, with which at least the storage area 2 can be refrigerated to a temperature below  $-15^{\circ}\text{C}$ . The refrigeration unit 10 can be arranged within the housing (cf. Figure 3) or, as shown here, outside the housing 8. The compact storage system 1 comprises storage shelves 5 that are arranged completely within the refrigerated storage area 2, irrespective of their storage location. A transfer area 6 is arranged above this storage area 2 within the housing 8, in which an essentially horizontally displaceable robot 7 is housed (see double arrow in Figures 1 and 3).

25 The compact storage system 1 in accordance with the invention comprises at least one at least essentially vertical paternoster device 3 arranged in the storage area 2. This paternoster device comprises a longitudinal axis 4 and a plurality of essentially horizontally oriented storage shelves 5 circulating in an essentially oval path of travel. The robot 7 working in conjunction with such a paternoster device 3 is developed and accomplished for removing or depositing a storage shelf 5. It is also designed for removing objects from a storage shelf 5 or placing them on one. However, as a result of the interaction with the paternoster device 3, the robot 7 is only capable of performing these actions when at least one storage shelf 5 is positioned in the area of

30

05.12.2007 / TM

- 8 -

the upper circulatory semicircle of this paternoster device 3. These objects are selected from a group comprising the transfer frames 11, container racks 21 and containers 17.

- 5 The test tubes manufactured for instance from glass or plastic are referred to as "containers or specimen containers". Test tubes also encompass "vials" and "tubes". In particular, vials and tubes are developed essentially cylindrically and are preferably stored or transported in magazines or racks. Highly preferable are container racks 21, which are provided with essentially
- 10 the same footprint as a microplate. However, the term "container" also comprises all other vessels that are suitable for enclosing liquids, solids or mixtures of liquids and solids. For instance, small bottles with lids are such containers, where these small bottles can be manufactured from glass or plastic and the lid developed for example as a screw top lid, snap-on cap or
- 15 plug. Also included here are containers with a foil or film as a means of closure.

- In robotised laboratories microtube cluster racks are especially preferred because these have a footprint that corresponds to the footprint of a microplate in accordance with the SBS standard (SBS = Society for Bio-
- 20 molecular Screening), often referred to as the "SBS footprint". This standard has been adopted as ANSI/SBS 1-2004 Standard by ANSI (American National Standards Institute). Racks with 96 microtubes are known. The aforementioned company Remp AG also supplies microtube cluster racks
- 25 with 96 or 384 microtubes under the commercial name REMP Tube Technology™.

- Such container racks 21 can be placed directly onto the storage shelves 5. Preferably, the storage shelves are provided with appropriate depressions and/or compartments (see Figure 7) to prevent the container racks 21 slipping on the storage shelves 5, therefore unambiguously defining the position of a container rack on a storage shelf. Container racks positioned
- 30 clearly in this manner can be addressed by the robot 7 and grasped precisely with confidence when at least one storage shelf 5 is positioned in the

05.12.2007 / TM

- 9 -

area of the upper circulatory semicircle of this paternoster device 3. Preferably, storage shelves are manufactured from sheet aluminium or sheet chromium steel. Aluminium in particular is a good thermal conductor and such aluminium shelves are relatively light, but sufficiently stable nevertheless.

However, such container racks 21 can also be placed onto a transfer frame 11, which is also provided with appropriate depressions and/or compartments (cf. Figure 7) to prevent the container racks 21 sliding on the transfer frames 11 in order to unambiguously define the position of a container rack on a transfer frame. Preferably, these transfer frames 11 are slightly shorter than the storage shelves 5 and can be placed accurately on these in terms of their position (cf. Figure 7). Preferably, the transfer frames 11 are manufactured from a plastic material. The transfer frames 11 can also comprise an array of pylons instead of the depressions and/or compartments for the container racks 21, between which test tubes or other containers 17 can be inserted (cf. Figure 7). Container racks 21 can also comprise such pylons, so that vials and test tubes can be placed into and/or removed from these container racks 21 manually or by robotised means.

Provision can also be made for the robot 7 working in conjunction with a paternoster device 3 to be embodied for the purpose of and being capable of removing or depositing a storage shelf 5 and/or removing objects from and/or placing them onto a storage shelf, when this storage shelf 5 is located at least near the upper inflection point 12 of the paternoster device 3. The higher the position of the objects to be removed, the simpler these can be grasped by the gripper 20 of the robot 7. Alternatively, provision can be made for the robot 7 working in conjunction with a paternoster device 3 to be developed for the purpose of and being capable of removing or depositing a storage shelf 5 and/or removing objects from and/or placing them onto a storage shelf 5, when two storage shelves 5 are each positioned at a distance from the upper inflection point 12 of the paternoster device 3 that is essentially one quarter of the upper circulatory semicircle. This alternative form of presentation has the advantage that for each paternoster device

05.12.2007 / TM

- 10 -

two storage shelves can be simultaneously positioned to be accessible for the robot 7.

A single paternoster device 3 (not shown) can be arranged in a single storage chamber 13, but also two or more paternoster devices 3 (e.g. four, as shown in Figure 1). When provision is made for at least two paternoster devices 3, the paternoster devices 3 are preferably arranged essentially parallel adjacent to each other, with the robot 7 then developed preferably such that it is displaceable perpendicular to the longitudinal axes 4 of these paternoster devices 3. This can be seen from a combination of the two Figures 1 and 2, with Figure 2 showing a plan view of the compact storage system 1 shown in Figure 1 in vertical cross-section according to the simpler first embodiment.

Figure 3, which shows a vertical longitudinal view through a compact storage system in accordance with a second embodiment, shows a preferred refinement of the compact storage system 1 in accordance with the invention. The storage area 2 of this compact storage system 1 comprises storage chambers 13 that are permanently separated from each other by means of thermally insulated partitions 14. In this case, a paternoster device 3 is arranged in each storage chamber 13. Similarly, in this case paternoster devices 3 are preferably arranged essentially parallel adjacent to each other and the robot 7 are embodied such that it is displaceable perpendicular to the longitudinal axes 4 of these paternoster devices 3. The temperature in all these thermally separated storage chambers 13 can be the same or different, depending upon requirements. Preferably, the robot 7 comprises at least one gripper frame 16 to block a paternoster device 3 and to remove and/or deposit a transfer frame 11 from a storage shelf 5 or to remove and/or deposit a storage shelf 5 of the blocked paternoster device 3 (cf. also Figure 8). In variance to this representation, provision can be made for similar insulated, but removable partitions (so-called "mobile partitions", not shown) are only employed on both sides of a paternoster device 3 when special work is to be performed on this paternoster device 3, such as in break-down events or for service work and/or if this paternoster device 3 is

05.12.2007 / TM

- 11 -

to be at least temporarily removed from the storage area 2 of the compact storage system 1 or to be replaced by another paternoster device 3.

Highly preferable is for each storage chamber 13 to comprise at least one sealable loading hatch 15. This means that the storage chambers can be totally thermally insulated from each other. In this way, a single storage chamber 13 can for instance be thawed for maintenance work without compromising the functionality of the other storage chambers 13 or even the compact storage system 1.

10

Particularly with respect to the second embodiment, but also with respect to the first, preference is for the storage area 2 to be able to be refrigerated to a temperature of  $-35^{\circ}\text{C}$  or lower. In addition, the transfer area 6 should be able to be refrigerated to a temperature below  $-15^{\circ}\text{C}$ . This temperature difference does not normally compromise the quality of the frozen specimens because these specimens are grasped in a closed container 17, with or without a container rack 21 and/or transfer frame 11. Gripping is carried out by a robotic gripper 20 that is pre-chilled to at least  $-15^{\circ}\text{C}$ . The specimens can be transferred in a container rack 21, a transfer frame 11 or a storage shelf 5 held by a robot, the container rack, transfer frame or storage shelf being also pre-chilled to  $-15^{\circ}\text{C}$ .

In a particularly preferred embodiment of the compact storage system 1, the storage area 2 can be cooled to a temperature of  $-80^{\circ}\text{C}$ . In this case, preference is for the transfer area 6 to be cooled to a temperature of  $-20^{\circ}\text{C}$ . These temperatures, as described initially, can be generated using a refrigeration unit 10, which for instance comprises a compressor, the first stage of which provides a temperature of  $-20^{\circ}\text{C}$  for the transfer area 6, and the first and second stage of which provides a temperature of  $-80^{\circ}\text{C}$  for the storage area 2.

The compact storage system 1 preferably comprises at least one lock 33. This lock is accomplished for the deposition and/or removal into/from the compact storage system 1 of storage shelves 5, transfer frames 11, storage

05.12.2007 / TM

- 12 -

magazines or container racks 21. These storage shelves, transfer frames, storage magazines or container racks preferably comprise specimen containers in the form of vials 17, tubes 22 or other containers, such as for example small glass jars with screw top lids, and work magazines 24.

5

Preferably, each paternoster device 3 is constructed in a rack 27 and can be removed laterally from the housing 8 of the compact storage system 1 together with this rack 27 through an opening 28. In order to prevent the development of any thermal bridges, this opening 28 is closed by means of a cover 29 equipped with thermal insulation 9 once the paternoster device 3 is inserted (cf. Figure 2). This cover 29 can be fastened to the rack 27 so that it can be removed together with the paternoster device 3 from the compact storage system 1. However, the cover 29 can also be embodied as a door and be attached to the housing 8 of the compact storage system 1.

10

15

Each paternoster device 3 preferably comprises one drive motor 54 arranged outside the storage area 2, which is connected to the lateral chain drive 43 through a thermally insulated rotary joint 55. However, if the temperature of the storage area 2 is  $-20^{\circ}\text{C}$ , the drive motors 54 can also be arranged within the storage area 2.

20

Figures 6A and 6B show 3-D views of paternoster devices 3 with two main chain drives 32 and with such a rack 27. Each paternoster device 3 comprises two essentially vertical main chain drives 32 with roller chains arranged at their two ends 31. These roller chains run around upper and lower sprocket wheels 34. The main chain drives 32 are joined to each other mechanically by means of at least one shaft 35. Adjacent links of these roller chains are connected to each other by means of link plates developed as shelf bearers 37. Preferably, link pins are inserted through each shelf bearer 37. Preferably, each main chain drive 32 comprises two parallel roller chains, each link of which is encompassed by a preferably U-shaped shelf bearer 37. Other intrinsically non-load-bearing supporting chains 61 can be arranged parallel to these as additional stabilisers for the roller chains of the main chain drive 32 (cf. also Figure 7). Preferably, each main chain drive 32

25

30

05.12.2007 / TM

- 13 -

comprises an additional parallel supporting chain 61, the links of which are not encompassed by the shelf bearers 37.

Figure 6A shows a first variant of such a paternoster device 3, characterised  
5 by a stabilising lateral chain drive 43. This lateral chain drive 43 prevents  
the storage shelves 5 from tilting and ensures that the storage shelves 5  
maintain their at least approximate horizontal position along their whole  
path of travel in the paternoster device 3. The paternoster device 3 with the  
essentially horizontally held storage shelves 5 in accordance with the inven-  
10 tion can be operated continuously forwards as well as backwards. Each pa-  
ternoster device 3 in accordance with this first variant comprises an essen-  
tially vertical lateral chain drive 43 with roller chains arranged at its one end  
31 (cf. also Fig. 7). These roller chains of the lateral chain drive 43 run  
around upper and lower sprocket wheels 34 and are offset from the main  
15 chain drive 32 by an axial offset dimension 41 and a lateral offset dimension  
42. Adjacent chain links are connected to each other by means of link plates  
developed as dummy bearers 44. Preferably, each lateral chain drive 43  
comprises one roller chain, the links of which are each encompassed by a U-  
shaped dummy bearer 44. Preferably, link pins are inserted through these  
20 shelf bearers 37 or these dummy bearers 44 accordingly. It is also prefer-  
able for each shelf bearer 37 to be connected to a dummy bearer 44 by  
means of an intrinsically stiff articulated connection 46 which bridges the  
axial offset dimension 41 and the lateral offset dimension 42. In this illus-  
trated embodiment of the first variant of the paternoster device 5 [sic!] at  
25 least one toothed drive wheel 56 of the main chain drive 32 is functionally  
connected mechanically to one toothed drive wheel 59 of the lateral chain  
drive 43 by means of an intermediate toothed wheel 57 or a toothed belt  
(not shown in Figure 7). Preferably, the connection 46 is developed as a Z-  
shaped element with an elongated part 47 and two transverse shanks 48,  
30 with the transverse shanks 48 developed as rotational axes mounted ro-  
tatably in sleeves 49 arranged on the shelf bearers 37 or on the dummy  
bearers 44 (cf. also Figure 7).

Furthermore, provision can be made for the sleeves 49 arranged on the shelf bearers 37 to additionally comprise rollers 50 with two peripheral flanges 51. These flanges 51 define the exact distance between the storage shelves 5, with the outside diameter of these flanges preferably corresponding to exactly twice the dimension of the pitch of the chain. In this embodiment a chain pitch of 15.875 mm was selected, such that each outside diameter of the flanges 51 is 31.75 mm.

Preferably, a compact storage system 1 with such paternoster devices 5 is embodied for storing storage magazines and/or container racks 21 with the footprint and normal height of a standard microplate, or with the same footprint and an integral multiple of this normal height. Highly preferable is a compact storage system 1 that is provided with at least three paternoster devices 3 and a specific storage capacity of at least 100 standard microplates per cubic metre.

Each compact storage system 1 in accordance with the invention preferably comprises one master computer 60 to regulate the storage area and transfer area temperatures and to control the motors 54 of the paternoster drives and the robot 7. Preferably, the computer 60 is provided with software that enables this computer to perform temporally optimised scheduling of the work to be performed by the robot 7. With the aid of such scheduling methods, large numbers of specimens can be placed into or made available from these paternoster devices 5 within a very short period of time. Such work also includes reformatting tubes from third-party manufacturers provided to the robot loosely in magazines. It is very advantageous to have a robot 7 that is capable of gripping such individual tubes. Such tubes from third-party manufacturers can for instance be placed on a transfer frame 11 and placed on a storage shelf 5 with this transfer frame 11. The third-party manufacturer magazines and the racks for vials 17 can also be provided with a footprint that deviates from that of the SBS standard. Similarly, the robot 7 can comprise exchangeable grippers that fit containers and/or racks that do not comply with the SBS standard.

Figure 6B shows a second variant of such a paternoster device 3 with a stabilising cam disc 36. Each of these paternoster devices 3 comprises one essentially vertical cam disc 36 arranged at one of their ends 31, with a cam rail 45 and cam bails 58. Each of the dimensionally stable cam bails 58 corresponds with a shelf bearer 37 carrying a storage shelf 5 and is pivotally connected to it. In combination with one oval cam rail 45 corresponding to the path of travel of the paternoster device and the cam bails 58, this cam disc 36 prevents the storage shelves 5 from tilting and ensures that the storage shelves 5 maintain their at least approximately horizontal position along their whole path of travel in the paternoster device 3. This paternoster device 3 in accordance with the invention with the essentially horizontally held storage shelves 5 can be operated running forwards as well as backwards.

Figure 7 shows an enlarged 3-D view of Figure 6A. The lateral offset of the one main chain drive 32 and the axial offset of this main chain drive with respect to the lateral chain drive 43 can be seen clearly here. In addition, it can also be seen clearly that the shelf bearers 37 can comprise moulded supports 52 that reliably support the shelf bearers 37 in an essentially horizontal position with respect to the main chain drive 32. Preferably, each paternoster device 3 comprises essentially vertically arranged guide rails 53 that engage between the rotary flanges 51 of the rollers 50 arranged on the shelf bearers 37. Furthermore, the third-party manufacturer's tubes and/or vials 17 are clearly visible, and the manner in which they are located on a transfer frame 11 between its pylons and located with this transfer frame 11 on a storage shelf 5.

Figure 8 shows a 3-D view of a robot 7 with two gripper frames 16, two heads 18,19 and a transfer station 23. The robot 7 comprises at least one, but preferably two heads 18,19. This one head 18 and/or these two heads 18, 19 is/are each equipped with one gripper 20 for grasping container racks 21 with specimen containers 17 or for tubes 22 and/or for grasping specimen containers 17 arranged in container racks 21 or transfer frames in 11. Preferably, the robot 7 also comprises a transfer station 23 for redis-

05.12.2007 / TM

- 16 -

tributing these specimen containers 17,22 in work magazines 24. Preferably, the robot 7 is equipped with one gripper 20, with which it can hold containers 17 of any kind, such as for instance entire container racks 21 with an SBS footprint, but also individual, preferably cylindrical specimen containers such as test tubes and vials. Preferably, the robot 7 comprises at least one gripper frame 16 to block a paternoster device 3 and to remove and/or deposit a transfer frame 11 from a storage shelf 5 or to remove and/or deposit a storage shelf 5 of the blocked paternoster device 3. In this way, the gripper frame 16 grasps preferably tray-shaped specimen carriers, such as storage shelves 5 and transfer frames 11.

The transfer station 23 comprises a puncher 25, with which tubes 22 can be pressed out of the compartments 26 of a container rack 21 into compartments 26 of a work magazine 24 arranged below the container rack 21. As mentioned previously, microtube cluster racks are particularly preferred in robotised laboratories, because these are provided with a footprint that corresponds to the footprint of an SBS standard microplate. The aforementioned company Remp AG also supplies microtube cluster racks with 96 or 384 microtubes under the commercial name REMP Tube Technology™. The essential difference between these and the remaining state-of-the-art racks and microtubes is that the specimen tubes are made available by arranging at least two racks one above the other and the test tubes are pressed by a manipulator out of the upper rack into the accommodating cavities of the rack below, positioned in register or accordance with the index. On the other hand, this transfer process can also be executed by means of a manipulator pressing the test tubes out of the lower rack into the appropriately positioned accommodating cavities of the upper rack (cf. e.g. EP 0 904 841 B1 or US 6,827,907 B2).

Reference is hereby made again to Figures 4 and 5 that show a schematic 3-D view of a storage magazine and/or container rack 21 or a work magazine 24 and/or a vertical profile through a transfer station 23.

In the transfer station 23 a puncher presses a specimen container from a compartment of a container rack 21 into a compartment of a work magazine 24. The container rack 21 and work magazine 24 are constructed essentially identically and differ from each other primarily in terms of their application. Container racks 21 are used for storing and making available  
5 containers 17 or tubes 22. On the other hand, work magazines 24 are used by the robot 7 or by an operator and are generally supplied to a processing or analysis procedure conducted outside the compact storage system 1. The container racks 21 are provided with partitions 40 that separate a plurality  
10 (preferably 96 or 384) of compartments 26 from each other. These compartments are provided with an upper opening 38 and a lower opening 39, so that containers (preferably in the form of sealed tubes 22) can be placed in any selected compartment from above or from below. This placement is preferably executed automatically by means of the tool or puncher 25. Preferably, the container racks 21 and/or work magazines 24 are provided with  
15 a width A and a length B that define an SBS footprint. Preferably, the height C of these racks or magazines also corresponds to a standard height of microplates. As an alternative to the shown container racks 21 for tubes 22, container racks can be developed that accommodate tissue cassettes and  
20 are also preferably provided with an SBS footprint (not shown). Preferably, such alternative container racks are provided with 24 compartments, each for accommodating one tissue cassette resting on its side, and are preferably provided with double the height of a standard microplate.

25 Preferably, the robot 7 is constructed in a structural frame 30 and is developed together with the gripper frame 16, the heads 18,19 and the transfer station 23 such that it can be removed from the compact storage system 1. This is especially preferred for servicing purposes, as this allows the whole robot to be removed from the compact storage system 1 without having to  
30 thaw the transfer area 6. Consequently, the storage area 2 also remains unaffected by robot 7 servicing, which is especially favourable when all the paternoster devices 3 are located in a common storage chamber 13.

Preferably, the compact storage system 1 in accordance with the invention is utilised to execute a corresponding method for storing frozen specimens and making them available. In a compact storage system 1 described above, this method involves the frozen specimens being stored in at least one at  
5 least essentially vertical paternoster device 3 with a longitudinal axis 4 that is arranged in the storage area 2 of the compact storage system 1 and a plurality of essentially horizontally oriented storage shelves 5 circulating along an essentially oval path. The robot 7 working in conjunction with a paternoster device 3 removes a storage shelf 5 or sets it down inside. The  
10 robot can also remove objects from a storage shelf 5 and/or place them on a storage shelf. The robot can only perform this work when at least one storage shelf 5 is positioned in the area of the upper circulatory semicircle of this paternoster device 3. These objects are selected from a group comprising transfer frames 11, container racks 21 and containers 17.

15 In particular, the robot 7 can perform this work, when this storage shelf 5 is positioned at least in the proximity of the upper inflection point 12. The direction from which the storage shelf 5 comes to be in this position is irrelevant. Alternatively, the robot 7 is developed for the purpose of and being  
20 capable of removing or depositing a storage shelf 5 and/or objects from/onto a storage shelf 5 respectively, when two storage shelves 5 are each positioned at a distance from the upper inflection point 12 that is essentially one quarter of the upper circulatory semicircle.

25 The method in accordance with the invention can be executed particularly efficiently and in a time-saving manner when each paternoster device 3 is provided with its own drive motor. In this manner, each paternoster device can be moved independently of the other paternoster devices 3. Highly  
30 preferable is for the drive motors 54 of all the paternoster devices 3 to be controlled by a master computer 60 in order to bring at least one storage shelf 5 of a paternoster device 3 into a favourable position for the intended deposition or removal of specimens, with at least one storage shelf 5 being positioned in the area of the upper circulatory semicircle of this paternoster device 3. The robot 7, also controlled by the master computer 60, then de-

05.12.2007 / TM

- 19 -

posits a specified number of particular specimens in the storage shelves 5 made available and/or removes these specimens from these storage shelves 5. While the robot 7 is operating in the transfer area 6, the paternoster devices 3 can be moved into a further operational position with storage shelves that have already been processed. Preferably, the computer 60 coordinates and optimises the paths of the robot 7 and the paths of rotation (and rotational directions if required) of the paternoster devices 3 with respect to each other in such a way that the shortest work time possible for the robot 7 is the result. Consequently, the preferred master computer 60, which can be arranged inside or outside the housing 8 of the compact storage system 1, controls the robot 7 and the paternoster devices 3 according to a temporally optimised schedule. As described, in order to position a specific storage shelf 5 at least in the vicinity of the upper inflection point 12 of the paternoster device 3, each paternoster device 3 can preferably be circulated forwards or backwards as required, depending on the current position of the specific storage shelf 5.

Preferably, the robot 7 comprises one transfer station 23. The test tubes are made available in this by means of arranging at least two racks and/or magazines one above the other and test tubes in the form of tubes 22 being pressed out of the upper container rack 21 by a tool and/or a manipulator 25 into the accommodating cavities of the lower work magazine 24, which are positioned according to the index. On the other hand, this transfer process can also be executed by means of a manipulator pressing the tubes out of the lower rack into the accommodating cavities of the upper rack, which are positioned according to the index. The positions of the container rack 21 and work magazine 24 can also be interchanged as required, with the robot working on two container racks 21 or two work magazines 24 depending on requirements.

Highly preferable in terms of the temporally optimised working mode of the robot 7, is for the robot 7 to comprise two heads 18,19, each with a gripper 20, with which it can grasp two container racks 21 with tubes 22 from a storage shelf 5 or from a transfer frame 11 essentially simultaneously and

05.12.2007 / TM

- 20 -

to make them available for redistributing these tubes 22 in its transfer station 23. The work time of the robot for purely removing or depositing containers 17 or container racks 21 is halved by it being equipped with two gripper heads 18,19.

5

As described, each paternoster device 3 is preferably constructed within a rack 27 and can be removed laterally from the housing 8 of the compact storage system 1 together with this rack 27 through an opening 28 for servicing purposes. This is particularly advantageous in the second embodiment of the compact storage system 1, because a single paternoster device 3 can be removed from the housing 8, without the other paternoster devices 3 located in individual storage chambers 13 (cf. Figure 3) being compromised with respect to their temperature or functionality.

15 The paternoster device 3 to be removed can be emptied in advance using the robot 7. This is particularly recommendable when maintenance or repair works needs to be performed on the paternoster device 3 or on the relevant storage chamber 13.

20 However, it is also possible to slide the extracted paternoster device 3, including all of the frozen specimens stored within it, into another refrigerated device or even into another compact storage system 1. This other refrigerated device can be a stationary or a transportable refrigeration device.

25 To the extent that features of the disclosed variants of the paternoster devices 5 and of the embodiments of the compact storage system 1 can be combined, such combinations fall within the scope of the present invention. The same reference symbols in the figures relate to identical features, even if these were not expressly described in each case.

30

The problem of unambiguously identifying the specimens stored in this compact storage system 1 is preferably resolved by providing all transportable parts of the compact storage system with a means of identification. These transportable parts comprise in particular storage shelves 5, transfer

05.12.2007 / TM

- 21 -

frames 11, containers or vials 17, container racks 21, tubes 22 and work  
magazines 14. Moreover, localising a particular tube 22 is simplified by the  
SBS standard, which involves numbering the compartments 26 in terms of  
rows and columns. All common means of identification can be used as  
5 means of identification, provided they withstand the low storage tempera-  
tures. Consequently, optically readable means of identification such as (1-,  
2-, or 3- dimensional) bar codes or wireless identification and means of  
identification that can be read without visual contact, for instance by means  
of radio frequency tags ("RFID tags") come into special consideration. Other  
10 wireless systems, such as RuBee, ZIGBee, or Bluetooth are also preferred  
depending on suitability. Highly preferable is the identification of larger  
transportable parts, such as for instance the storage shelves 5, transfer  
frames 11, containers or vials 17 and container racks 21, by means of one-  
dimensional bar codes. Preferably, small transportable parts, such as tubes  
15 22, are provided with a 2-dimensional barcode (not shown).

Preferably, the robot 7 is equipped with an identification reader, such as for  
instance a barcode reader, so that it can read the appropriate means of  
identification on the parts of the compact storage system that need to be  
20 picked up, transported, set down or have been set down (not shown). How-  
ever, provision can also be made for a central apparatus of each individual  
paternoster device 3 and/or of the complete compact storage system 1 to  
take on the identification process for the individual transportable parts or at  
least to support the robot 7 in executing particular identification tasks.  
25 Highly preferred is for the computer 60 to monitor and store identifications  
so that the storage lists and transfer lists can be displayed and/or printed  
out. Particularly in the case of specimens being automatically loaded, pref-  
erably taking place through a lock 33, determining the identity and the allo-  
cated storage locations of the individual specimens or other transportable  
30 parts is of great importance. Thanks to such an identification system, an  
exact inventory can be retrieved from the computer 60 at any time.

05.12.2007 / TM

- 22 -

## Reference symbols:

|    |                        |    |    |                            |
|----|------------------------|----|----|----------------------------|
| 1  | Compact storage system | 35 | 31 | Ends                       |
| 2  | Storage area           |    | 32 | Main chain drive           |
| 5  | 3 Paternoster device   |    | 33 | Lock                       |
| 4  | Longitudinal axis      |    | 34 | Sprocket wheels            |
| 5  | Storage shelf          |    | 35 | Shaft                      |
| 6  | Transfer area          | 40 | 36 | Cam disc                   |
| 7  | Robot                  |    | 37 | Shelf bearers              |
| 10 | 8 Housing              |    | 38 | Upper opening              |
| 9  | Thermal insulation     |    | 39 | Lower opening              |
| 10 | Refrigeration unit     |    | 40 | Partition                  |
| 11 | Transfer frame         | 45 | 41 | Axial offset dimension     |
| 12 | Inflection point       |    | 42 | Lateral offset dimension   |
| 15 | 13 Storage chambers    |    | 43 | Lateral chain drive        |
| 14 | Partitions             |    | 44 | Dummy bearers              |
| 15 | Loading hatch          |    | 45 | Cam rail                   |
| 16 | Gripper frame          | 50 | 46 | Connection                 |
| 17 | Container, vial        |    | 47 | Elongated part             |
| 20 | 18 First head          |    | 48 | Transverse shanks          |
| 19 | Second head            |    | 49 | Sleeves                    |
| 20 | Gripper                |    | 50 | Rollers                    |
| 21 | Container rack         | 55 | 51 | Rotary flanges             |
| 22 | Tubes                  |    | 52 | Moulded supports           |
| 25 | 23 Transfer station    |    | 53 | Guide rails                |
| 24 | Work magazine          |    | 54 | Drive motor                |
| 25 | Puncher, manipulator   |    | 55 | Rotary joint               |
| 26 | Compartment            | 60 | 56 | Toothed drive wheel        |
| 27 | Rack                   |    | 57 | Intermediate toothed wheel |
| 30 | 28 Opening             |    | 58 | Cam balls                  |
| 29 | Cover                  |    | 59 | Toothed drive wheel        |
| 30 | Structural frame       |    | 60 | Computer                   |
|    |                        | 65 | 61 | Supporting chain           |

05.12.2007 / TM

- 23 -

**What is claimed is**

5

1. A compact storage system (1) with one storage area (2), a housing (8) comprising thermal insulation (9) and at least one refrigeration unit (10), with which at least the storage area (2) is accomplished to be coolable to a temperature below  $-15^{\circ}\text{C}$ , with the compact storage system (1) comprising storage shelves (5) arranged completely within the refrigerated storage area (2) and a transfer area (6) arranged above this storage area (2), in which an essentially horizontally displaceable robot (7) is arranged, **wherein** the compact storage system (1) comprises at least one essentially vertical paternoster device (3) arranged in the storage area (2), which paternoster device (3) comprises a longitudinal axis (4) and a plurality of essentially horizontally oriented storage shelves (5) circulating on an essentially oval path, with the robot (7) working in conjunction with the paternoster device (3) and being accomplished for removing or depositing a storage shelf (5) and/or objects from/onto a storage shelf (5) respectively, the robot (7) being capable of this removing or depositing, when at least one storage shelf (5) is located in the area of the upper semicircle of the path of this paternoster device (3), with these objects being selected from a group comprising the transfer frame (11), container racks (21) and containers (17).  
10  
15  
20  
25
2. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** the robot (7) is embodied for the purpose of and being capable of removing or depositing a storage shelf (5) and/or objects from/onto a storage shelf (5) respectively, when this storage shelf (5) is located at least near the upper inflection point (12).  
30

05.12.2007 / TM

- 24 -

3. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** the robot (7) is embodied for the purpose of and being capable of removing or depositing a storage shelf (5) and/or objects from/onto a storage shelf (5) respectively, when two storage shelves (5) are each positioned at a distance from the upper inflection point (12) that is essentially one quarter of the upper circulatory semicircle.
- 5
4. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** the storage area (2) comprises at least two paternoster devices (3) arranged essentially parallel adjacent to each other, with the robot (7) accomplished such that it is displaceable perpendicular to the longitudinal axes (4) of these paternoster devices (3).
- 10
5. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** the storage area (2) comprises storage chambers (13) that are separated from each other by means of thermally insulated partitions (14), with one paternoster device (3) arranged in each storage chamber (13).
- 15
6. The compact storage system (1) of Claim 5, **wherein** each storage chamber (13) comprises at least one sealable loading hatch (15).
- 20
7. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** the storage area (2) is accomplished to be coolable to a temperature that is  $-35^{\circ}\text{C}$  or lower and the transfer area (6) is accomplished to be coolable to a temperature below  $-15^{\circ}\text{C}$ .
- 25
8. The compact storage system (1) of Claim 7, **wherein** the storage area (2) is accomplished to be coolable to a temperature of  $-80^{\circ}\text{C}$  and the transfer area (6) is accomplished to be coolable to a temperature of  $-20^{\circ}\text{C}$ .
- 30

05.12.2007 / TM

- 25 -

- 5 9. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** the robot (7) comprises at least one gripper frame (16) to block a paternoster device (3) and to remove and/or deposit a transfer frame (11) from a storage shelf (5) or to remove and/or deposit a storage shelf (5) of the blocked paternoster device (3).
- 10 10. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** the robot (7) comprises one or two heads (18,19), each equipped with one gripper (20) for grasping container racks (21) with specimen containers (17,22) or for grasping specimen containers (17) arranged in container racks (21) or transfer frames (11).
- 15 11. The compact storage system (1) of Claim 10, **wherein** the robot (7) comprises a transfer station (23) with a puncher (25) for redistributing the specimen containers (17,22) in work magazines (24), with this puncher (25) being accomplished for pressing tubes (22) out of compartments (26) of a container rack (21) into compartments (26) of a work magazine (24) arranged below or above this container rack (21).
- 20 12. The compact storage system (1) of Claim 5, **wherein** each paternoster device (3) is constructed in a rack (27) and is embodied so that it is, together with this rack (27), removable laterally from the housing (8) of the compact storage system (1) through an opening (28), with this opening (28) being sealed by means of a cover (29) equipped with thermal insulation (9) when the paternoster device (3) has been inserted.
- 25 13. The compact storage system (1) of Claim 1, **wherein** each paternoster device (3) at its two ends (31) comprises two main chain drives (32) that are arranged essentially vertical and are provided with roller chains that run around upper and lower sprocket wheels (34), the main chain drives (32) being mechanically connected to each other by means of at least one shaft (35), with adjacent links of the chains being connected to each other by means of link plates developed as shelf bearers (37).
- 30

05.12.2007 / TM

- 26 -

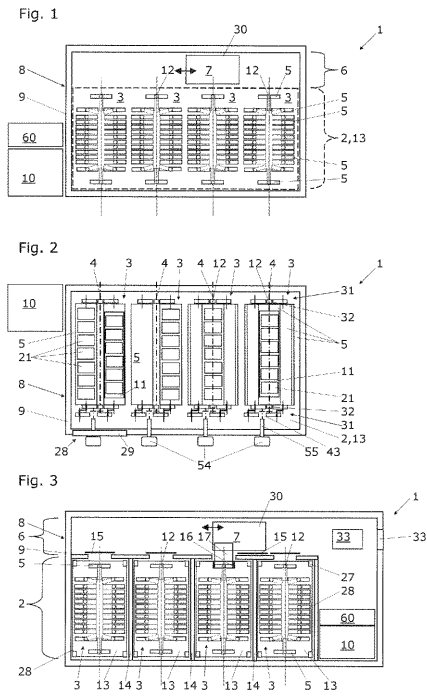
14. The compact storage system (1) of Claim 13, **wherein** each paternoster device (3) comprises one lateral chain drive (43) that is arranged essentially vertical at one of its ends (31) and is provided with roller chains that run around upper and lower sprocket wheels (34) and that are offset from the main chain drive (32) by an axial offset dimension (41) and a lateral offset dimension (42), with adjacent links of the lateral chains being connected to each other by means of link plates embodied as dummy bearers (44).
15. The compact storage system (1) in accordance with the Claims 13 and 14, **wherein** each shelf bearer (37) is connected to a dummy bearer (44) by means of an intrinsically rigid articulated connection (46) that bridges the axial offset dimension (41) and the lateral offset dimension (42).
16. The compact storage system (1) of Claim 15, **wherein** link pins are inserted through the shelf bearers (37) or through the dummy bearers (44) respectively.
17. The compact storage system (1) of Claim 13, **wherein** each of these paternoster devices (3) comprises one essentially vertical cam disc (36) arranged at one of their ends (31), with a cam rail (45) and cam bails (58), with each dimensionally stable cam bail corresponding with a shelf bearer (37) carrying a storage shelf (5) and being pivotally connected to this shelf bearer (37).
18. A method for storing and making available frozen specimens in a compact storage system (1) with one storage area (2), a housing (8) comprising thermal insulation (9) and at least one refrigeration unit (10), with which at least the storage area (2) is accomplished to be coolable to a temperature below -15°C, with the compact storage system (1) comprising storage shelves (5) arranged completely within the refrigerated storage area (2) and a transfer area (6) arranged above this storage area (2), in which an essentially horizontally displaceable robot (7)

- is arranged, **wherein** the frozen specimens are stored in or are made available from at least one at least essentially vertical paternoster device (3) that is arranged in the storage area (2) of the compact storage system (1), which paternoster device (3) comprises a longitudinal axis (4) and a plurality of essentially horizontally oriented storage shelves (5) circulating on an essentially oval path, and wherein the robot (7) works in conjunction with the paternoster device (3) and removes or deposits a storage shelf (5) and/or objects from/onto a storage shelf (5) respectively, the robot (7) being capable of this removing or depositing, when at least one storage shelf (5) is located in the area of the upper semicircle of the path of this paternoster device (3), with these objects being selected from a group comprising the transfer frame (11), container racks (21) and containers (17).
- 15 19. The method of Claim 18, **wherein** each paternoster device (3) is provided with its own drive motor (54), which allows each paternoster device (3) to be moved independently of the other paternoster devices (3).
- 20 20. The method of Claim 19, **wherein** the drive motors (54) of all the paternoster devices (3) are controlled by a master computer (60) in order to bring at least one storage shelf (5) of a paternoster device (3) into a favourable position for the intended deposition or removal of specimens, with at least one storage shelf (5) being positioned in the area of the upper semicircle of the circulatory path of this paternoster device (3).
- 25 21. The method of Claim 20, **wherein** the robot (7), which is also controlled by the master computer (60), deposits and/or removes a specified number of particular specimens into/from the storage shelves (5) made available.
- 30 22. The method in accordance with Claims 20 and 21, **wherein** the master computer (60) controls the robot (7) and the paternoster devices (3) in accordance with a temporally optimised schedule.

**Abstract**

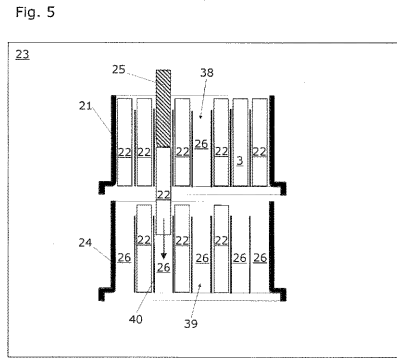
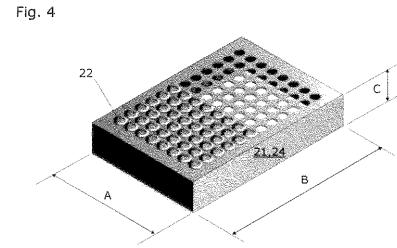
5 The invention relates to a compact storage system and a corresponding method for storing frozen specimens. The compact storage system comprises one storage area, a housing with thermal insulation and at least one refrigeration unit, with which at least the storage area is coolable down to a temperature of at least  $-15^{\circ}\text{C}$ . The compact storage system also comprises  
10 storage shelves arranged completely within the refrigerated storage area and a transfer area arranged above this storage area. An essentially horizontally moving robot is arranged within the transfer area. The compact storage system is characterised in that it comprises at least one essentially vertical paternoster device, with a plurality of essentially horizontally oriented storage shelves circulating on an essentially oval path. The robot  
15 working in conjunction with the paternoster device is accomplished for removing or depositing a storage shelf and/or objects from/onto a storage shelf respectively. The robot is capable of this removing or depositing, when at least one storage shelf is located in the area of the upper semicircle of  
20 the path of this paternoster device. These objects for removing or depositing are selected from a group comprising the transfer frame, container racks and containers.

1 / 6



TC-634P Fig.1.1.doc

2 / 6



TC-634P Fig.1.2.doc

3 / 6

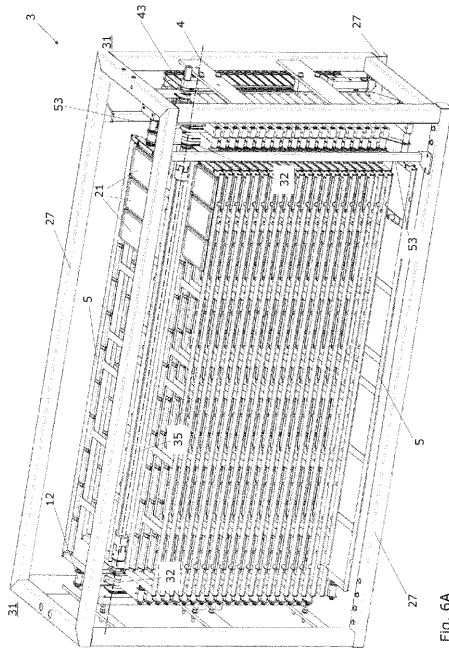


Fig. 6A

4 / 6

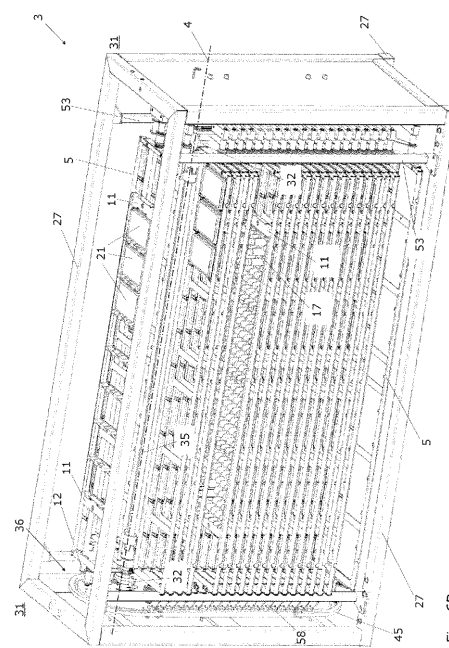


Fig. 6B

