

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3686066号

(P3686066)

(45) 発行日 平成17年8月24日(2005.8.24)

(24) 登録日 平成17年6月10日(2005.6.10)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

F 2 5 J 3/08

F 2 5 J 3/08

B 0 1 D 8/00

B 0 1 D 8/00

Z

F 2 5 J 1/02

F 2 5 J 1/02

請求項の数 8 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2003-175975 (P2003-175975)	(73) 特許権者	503360115
(22) 出願日	平成15年6月20日(2003.6.20)		独立行政法人科学技術振興機構
(65) 公開番号	特開2005-9800 (P2005-9800A)		埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(43) 公開日	平成17年1月13日(2005.1.13)	(74) 代理人	100099265
審査請求日	平成15年7月9日(2003.7.9)		弁理士 長瀬 成城
		(72) 発明者	武田 常広
			茨城県つくば市春日2-43-8
		審査官	服部 智
		(56) 参考文献	特公昭53-15994 (JP, B2)
		(58) 調査した分野(Int. Cl. <sup>7</sup> , DB名)	
			F25J 1/00-5/00
			B01D 8/00

(54) 【発明の名称】ヘリウム循環装置用多層精製器および精製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ヘリウム循環装置用多層精製器であって、前記精製器は高温(約300K)ヘリウムガスを熱伝導率の悪いステンレスのパイプ等で徐々に冷却しながら、汚染物質が固化する温度以上で導入し同ガスをさらに徐々に冷却するための精製器本体と、前記精製器本体内に配置され窒素、酸素等の汚染物質を固化(氷結)する汚染物質固化部とを備え、前記汚染物質固化部は本体中心部に形成した第1精製手段と、前記第1精製手段を中心とした外周に多層に配置された第2精製手段とからなり、高温ヘリウムガスは固化容量の大きな第1精製手段の汚染物質固化部で概略精製された後、第2精製手段の中心側の層から順次外側の層に流れながら各層に形成した汚染物質固化部にヘリウムガスが衝突する機会を増やすことによってさらに高純度に精製されるように構成したことを特徴とするヘリウム循環装置用多層精製器。

10

【請求項2】

前記第1精製手段に配置する汚染物質固化部は、流れの上流側には半月状の板を所定の間隔をもって配置し、その下流には、メッシュ状の板を所定の間隔を持って配置したことを特徴とする請求項1に記載のヘリウム循環装置用多層精製器。

【請求項3】

前記第2精製手段は、前記第1精製手段を中心として配置した多数の層と、前記層内に配置した多段の汚染物質固化部とを備え、ヘリウムガスは第2精製手段の中心側の層から順次外側の層に流れながら各層に形成した多段の汚染物質固化部で精製されるように構成し

20

たことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のヘリウム循環装置用多層精製器。

【請求項 4】

前記多段の汚染物質固化部は、一部にメッシュを形成した板を所定間隔で配置して構成し、さらに隣合う板同志でメッシュの位置が異なって配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載のヘリウム循環装置用多層精製器。

【請求項 5】

前記多段の汚染物質固化部は、中心側の層とその外側の層のいずれか一方に固定され、前記汚染物質固化部を固定しない他側の層と汚染物質固化部の間には隙間が形成され、前記固化部を固定しない層が固化部を固定した層に対して挿入しく構成されていることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載のヘリウム循環装置用多層精製器。

10

【請求項 6】

前記多段の汚染物質固化部と隙間を持って配置される層は、多段の汚染物質固化部が他側の層に固定された状態の後、挿入して組み付けたことを特徴とする請求項 5 に記載のヘリウム循環装置用多層精製器。

【請求項 7】

高温（約 300 K）ヘリウムガスを熱伝導率の悪いステンレスのパイプ等で徐々に冷却しながら汚染物質が固化する温度以上で精製器内に導入し、精製器本体中心部に形成した第 1 精製手段内を流しながら同ガスを徐々に冷却して精製し、次いで第 1 精製手段を中心として形成した多層の第 2 精製手段において中心側の層から順次外側の層にガスを流しながら各層に形成した多段の汚染物質固化部において汚染物質を固化して精製するように構成したことを特徴とするヘリウムガス精製方法。

20

【請求項 8】

前記多段の隣合う汚染物質固化部には、ガスの流れの方向からみて異なる位置にメッシュが形成されており、ガスは前記異なる位置のメッシュを通過するために、汚染物質固化部に触れる機会が大幅に増して確実に精製されるようにしたことを特徴とする請求項 7 に記載のヘリウムガス精製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はヘリウム循環装置用多層精製器および精製方法に関するものであり、さらに具体的には、精製器内において、ヘリウムガスの流路をできるだけ長くとり、その流路内においてガス中の汚染物質を確実に除去できるヘリウム循環装置用多層精製器および精製方法に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術】

極めて多くの低温物性研究や超伝導素子を用いた計測器等の冷却に、液体ヘリウムは不可欠である。また、人間の脳から発する磁界を検出する脳磁気計測システム等では脳の活動を高時空間分解能で非侵襲的に計測できる SQUID（超電導量子干渉計）が利用されており、この SQUID の冷却にも液体ヘリウムが利用されている。

【0003】

40

上述した装置等では現在ほとんどの場合、冷却のための液体ヘリウムは蒸発した後、大気に放出する形となっており、上記システムに使用している従来からの液体ヘリウム槽でも、同槽から蒸発したヘリウムガスは、ほとんどの場合大気に開放している。しかし、この場合 1 リットル当たり約 1200 円する高価なヘリウムを多量に無駄に消費するため経済的かつ資源的に問題があり、このため、蒸発したヘリウムガスを回収し再度液化して再利用したいという要求は極めて強いものがある。

このため、最近では、液体ヘリウム貯留槽で気化したヘリウムガスを全量回収し、システム内でヘリウムガス内の汚染物質を除去した後、再凝縮して液化する再循環システムが研究されている（特許文献 1）。

【0004】

50

## 【特許文献1】

特開2000-105072

## 【0005】

しかし、従来型の循環システムでは、システム内のパイプの接続部や機器内の種々のシール箇所から、極微量の酸素や窒素等の汚染物質が少しずつヘリウムガス内に混入することを防ぐことができず、このためヘリウムガスが冷却されていく過程において、ガス内に混入している極微量の酸素や窒素等の汚染物質が装置内の種々の箇所で凍りつき、循環システムを閉塞し、システムが正常に運転できないという問題がでてきた。また、精製器を使用することによりヘリウムガス内に混入している極微量の酸素や窒素等の汚染物質を取り除く場合でも、システム内の配管系に侵入する汚染物質は、システムの密封性をいくら高めても極くわずかつつシステム内に侵入し、その凝固物は予測不能な部分で成長するため、単純に容積の大きなヘリウムガス精製器を作っても意外に早く閉塞が発生し、長期間の使用に耐えられないという問題が明らかとなってきた。

10

このため、本発明者等は、すでにヘリウムガス精製器を開発し、上記汚染物質を凝固して取り除くことに成功している（特願2002-16430、平成14年1月25日出願）。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記出願のヘリウムガス精製器は、「高温（約300K）ヘリウムガスを導入し同ガスを徐々に冷却するための下部管と、窒素、酸素等の不純物を固化（氷結）する固化部を備えた上部管とからなる精製器において、前記下部管に接続する上部管の径を下部管に比較して大きく設定し、その内部に不純物固化部を形成するフィンを流路がジクザクになるように配置した」ことを特徴としている。

20

しかし、上記精製器を使用しても、ガス内に僅かに混入した汚染物質を完全に除去することは難しく、システム内に侵入した汚染物質がシステム内の種々の箇所で凍りつき、循環システムを閉塞するという問題を完全には解消することができなかった。

## 【0007】

このため、本発明は精製器内において、ガスが流れる流路をできるだけ長くとり、その流路内に汚染物質固化部を多段に配置することにより、ヘリウムガス内に混入した僅かな汚染物質を可能な限り除去できる小型で新規なヘリウム循環装置用多層精製器および精製方法を提供し、上記問題点を解決することを目的とする。

30

## 【0008】

一般に、比較的小さな径の導入管から径の太い精製器内に入った気体は、ほぼ径の比率の2乗分の1の速度になる。太いパイプで作られた精製器内に流入したヘリウムガスの体積はほぼ気体の温度に反比例することから、気体が300Kから40Kになると体積が小さくなり、流速は極めて遅くなる。

## 【0009】

このようなことから、本発明では、流速の遅くなった気体が精製器の壁面に衝突する期待値を高めるため（即ち、ヘリウムガスをできるだけ長時間精製器内に滞留させると同時に精製器内の冷却された金属部に全てのヘリウムガスが接触するように）、精製器は半月板（早く詰まり過ぎず、かつ衝突機会を増やすように切欠は可能な限り小さくすることが望ましい）を交互に多層に並べる。また最初は多くの汚染物質が壁面に凝固するため半月板の間隔を大きくし、次第にその間隔を小さくする。次にかんりの汚染物質が除去された後は、穴の位置が連続的に変化するメッシュ板を通して壁面にヘリウムガスが衝突する確率を高めてさらに除去率を高める、という特徴的な構成を採用している。

40

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

このため、本発明が採用した課題解決手段は、ヘリウム循環装置用多層精製器であって、前記精製器は高温（約300K）ヘリウムガスを熱伝導率の悪いステンレスのパイプ等で徐々に冷却しながら、汚染物質が固化する温度

50

以上で導入し同ガスをさらに徐々に冷却するための精製器本体と、前記精製器本体内に配置され窒素、酸素等の汚染物質を固化（氷結）する汚染物質固化部とを備え、前記汚染物質固化部は本体中心部に形成した第1精製手段と、前記第1精製手段を中心とした外周に多層に配置された第2精製手段とからなり、高温ヘリウムガスは固化容量の大きな第1精製手段の汚染物質固化部で概略精製された後、第2精製手段の中心側の層から順次外側の層に流れながら各層に形成した汚染物質固化部にヘリウムガスが衝突する機会を増やすことによってさらに高純度に精製されるように構成したことを特徴とするヘリウム循環装置用多層精製器である。

また、前記第1精製手段に配置する汚染物質固化部は、流れの上流側には半月状の板を所定の間隔をもって配置し、その下流には、メッシュ状の板を所定の間隔を持って配置したことを特徴とするヘリウム循環装置用多層精製器である。

10

また、前記第2精製手段は、前記第1精製手段を中心として配置した多数の層と、前記層内に配置した多段の汚染物質固化部とを備え、ヘリウムガスは第2精製手段の中心側の層から順次外側の層に流れながら各層に形成した多段の汚染物質固化部で精製されるように構成したことを特徴とするヘリウム循環装置用多層精製器である。

また、前記多段の汚染物質固化部は、一部にメッシュを形成した板を所定間隔で配置して構成し、さらに隣合う板同志でメッシュの位置が異なって配置されていることを特徴とするヘリウム循環装置用多層精製器である。

また、前記多段の汚染物質固化部は、中心側の層とその外側の層のいずれか一方に固定され、前記汚染物質固化部を固定しない他側の層と汚染物質固化部の間には隙間が形成され、前記固化部を固定しない層が固化部を固定した層に対して挿入しく構成されていることを特徴とするヘリウム循環装置用多層精製器である。

20

また、前記多段の汚染物質固化部と隙間を持って配置される層は、多段の汚染物質固化部が他側の層に固定された状態の後、挿入して組み付けたことを特徴とするヘリウム循環装置用多層精製器である。

また、高温（約300K）ヘリウムガスを熱伝導率の悪いステンレスのパイプ等で徐々に冷却しながら汚染物質が固化する温度以上で精製器内に導入し、精製器本体中心部に形成した第1精製手段内を流しながら同ガスを徐々に冷却して精製し、次いで第1精製手段を中心として形成した多層の第2精製手段において中心側の層から順次外側の層にガスを流しながら各層に形成した多段の汚染物質固化部において汚染物質を固化して精製するように構成したことを特徴とするヘリウムガス精製方法である。

30

また、前記多段の隣合う汚染物質固化部には、ガスの流れの方向からみて異なる位置にメッシュが形成されており、ガスは前記異なる位置のメッシュを通過するために、汚染物質固化部に触れる機会が大幅に増して確実に精製されるようにしたことを特徴とするヘリウムガス精製方法である。

【0011】

【発明の実施形態】

以下、図面を参照して本発明に係るヘリウム循環装置用多層精製器（以下精製器という）の説明をすると、図1は本実施形態としての精製器の断面図、図2は同平面図、図3は図1中のA部拡大図、図4は第2精製手段の概念図および汚染物質固化部の平面図である。

40

【0012】

図1において、精製器100は熱伝導性の良い銅材等で作られた円筒型をした精製器本体1を有しており、精製器本体1の下端は熱アンカー2および連結部材3を介して図示せぬ40Kの冷凍機に連結されている。

【0013】

精製器本体1内には図示せぬ液体ヘリウム貯留槽からの蒸発ヘリウムガスを精製器本体1内に導入する熱伝導性の悪いステンレス製等の導入パイプ4が挿入され、導入パイプ4は図示せぬ固定手段によりコールドルームを構成する断熱材に固定されている。

【0014】

精製器本体1内において、前記導入パイプ4の周囲には熱勾配を小さくする低温化防止壁

50

5が配置され、低温化防止壁5の下端が精製器本体1の下部を閉じる銅製の熱アンカー2に接続されており、低温化防止壁5の上端は導入パイプ4の上端とステンレス等の熱伝導の悪い材料6で接続されている。なお、低温化防止壁5を使用せずに導入パイプ4の上端と、精製器本体1とを直接ステンレス等の熱伝導の悪い材料6で接続することも可能である。ヘリウムガス入力部の上部の精製器本体1内には固化容量の大きな第1精製手段を構成する半月状の邪魔板7が切欠部7aを交互に配置され、支持部材8で多段に配置されており、また前記半月状の邪魔板7の上方にはメッシュ状の邪魔板9が支持部材8によって多段に配置されている。精製器本体1の上部はヘリウムガスの流出路10を有する閉塞部材11で蓋がなされている。なお半月板の切欠7aはできるだけ小さくすることが望ましく、また最初は多くの汚染物質が壁面に凝固するため流れの上流側では半月板7の間隔を大きくし、次第にその距離を小さくして配置することが望ましい。

10

**【0015】**

精製器本体1の外周には第2精製手段を構成する多層の流路が形成されている。各層は精製器本体1と同心状に形成され、第1層を形成する第1壁12の下方には図3に示すように第2層と連通するガスの流路12aが形成されているとともに、その下端は銅製の熱アンカー14に接続保持されている。また第1壁12の上方は閉塞部材15で閉塞され、前記精製器本体1の上部に設けた閉塞部材11との間にガス流路16が形成されている。また第2層を形成する第2壁13の下端は銅製の熱アンカー17に接続保持されており、第2壁13の上方には複数の邪魔板18が配置され、さらにその上方には閉塞部材19が配置され、第2壁13の上方を閉じている。閉塞部材19には精製されたガスの流出管20が接続されている。

20

**【0016】**

各層には多段の邪魔板21が配置されており、邪魔板21には図4に示すように一部(本例では邪魔板の約1/4程度の範囲)にメッシュ22が形成され、このメッシュ22を通してガスが流れる構成となっている。そして、前記メッシュは図4に示すように隣合う邪魔板のメッシュがガスの流れ方向から見て異なる位置となる(本例では135°位相をずらしながら配置されている)ように配置されている。そして前記それぞれの邪魔板21が汚染物質固化部を構成している。

**【0017】**

また、前述した、精製器本体1、支持部材8、邪魔板7、9、18、21、閉塞部材11、15、19、熱アンカー2、14、17はいずれも熱伝導性のよい銅等の材料によって構成され、それぞれの邪魔板7、9、18、21が熱伝導性のよい材料を介して冷凍機と同じ40Kに冷却される構成となっている。

30

なお、邪魔板の支持構造は邪魔板が40Kに冷却される構成であれば、先述した構成に限定されない。また、精製器本体1の外周に配置する第2精製手段は本例では2層であるが、それ以上の層としてもよい。また各邪魔板の隣同志の間隔は流れの下流に向かって次第に間隔を狭めていっても良いし、所定の枚数毎に、間隔を変化させることもできる。要は、ガスの流路が長くとれ、さらにヘリウムガス中に混入している汚染物質を効率的に固化できるものであれば、精製器設計時において、自由に選択することができる。

**【0018】**

以上の構成からなるヘリウム精製器によるヘリウムガスの精製過程を説明する。

40

この精製器では窒素、酸素の固化温度よりも高い温度で精製器本体1内に流入した蒸発ヘリウムガスは、導入パイプ4を通過する間に、導入パイプの出口で略64K程度(汚染物質が固化しない程度の温度)にまで冷却され、さらに40Kに冷却されている第1精製手段の汚染物質固化部7、9を通過する間に、40Kにまで冷却される。この冷却過程でガス内に混入している汚染物質(酸素や窒素等)が邪魔板7、9に凍りついて大部分が除去され、ヘリウムガスが精製される。そして第1精製手段を通過したヘリウムガスは、続いて第2精製手段に図1中の矢印で示すように流れ、第1層、第2層を通過しながら、各層内に配置した多段の邪魔板21によってさらに高純度に汚染物質が除去され、流出管20を介して図示せぬ冷凍機に供給され、液化されることになる。

50

## 【 0 0 1 9 】

本発明の実施形態について説明したが、精製器本体 1 の外周に配置する第 2 精製手段の層数は適宜数を選択することができ、また邪魔板の形状、メッシュの形状等は適宜に選択することができる。

さらに、本発明はその精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいかなる形でも実施できる。そのため、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず限定的に解釈してはならない。

## 【 0 0 2 0 】

## 【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、精製器本体 1 内に配置した汚染物質固化部を本体中心部に形成した第 1 精製手段と、前記第 1 精製手段を中心とした外周に多層に配置された第 2 精製手段とによって構成し、ヘリウムガスは第 1 精製手段の汚染物質固化部で精製された後、第 2 精製手段の中心側の層から順次外側の層に流れながら各層に形成した汚染物質固化部で精製されるように構成したため、流速の遅くなった気体が精製器の壁面に衝突する期待値が高くなり、汚染物質を効率的に除去することができる。また汚染物質固化部を半月板の邪魔板を交互に多層に並べ、その後、メッシュの邪魔板を交互に配置することにより汚染物質の除去率を大きくできる、等の優れた効果を奏することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】本発明に係るヘリウム循環装置用多層精製器の断面図および邪魔板の平面図である。

【 図 2 】同平面図である。

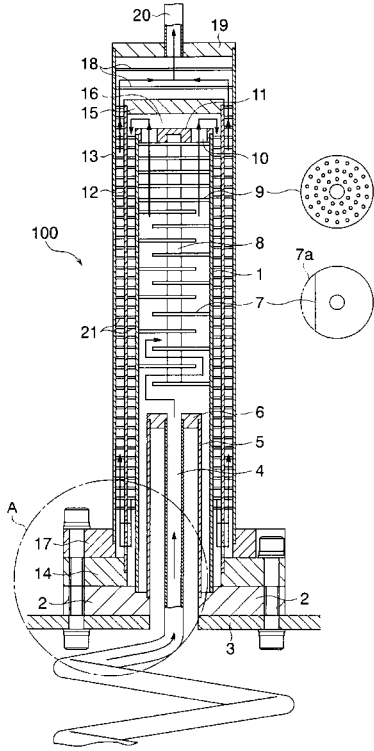
【 図 3 】図 1 中の A 部拡大図である。

【 図 4 】第 2 精製手段の概念斜視図および汚染物質固化部（邪魔板）の平面図である。

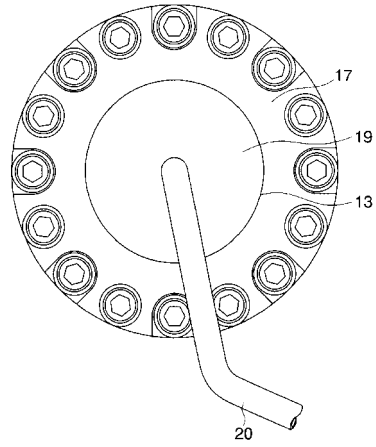
## 【 符号の説明 】

1	精製器本体	
2、14、17	熱アンカー	
3	連結部材	
4	導入パイプ	
5	低温化防止壁	
6	断熱材	30
7、9、18、21	邪魔板	
8	支持部材	
10	流出路	
11、15、19	閉塞部材	
12	第 1 壁	
13	第 2 壁	
16	ガス流路	
20	流出管	
22	メッシュ	
100	精製器	40

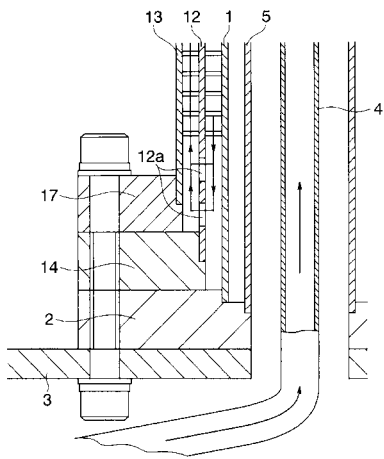
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

