

(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2014-156952

(P2014-156952A)

(43) 公開日 平成26年8月28日(2014.8.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 5 B 9/00 (2006.01)	F 2 5 B 9/00 A	
F 2 5 B 9/14 (2006.01)	F 2 5 B 9/14 5 3 0	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-27675 (P2013-27675)
 (22) 出願日 平成25年2月15日 (2013.2.15)

(71) 出願人 504151365
 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
 茨城県つくば市大穂1番地1
 (74) 代理人 100093816
 弁理士 中川 邦雄
 (72) 発明者 田島 治
 茨城県つくば市大穂1番地1 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構内

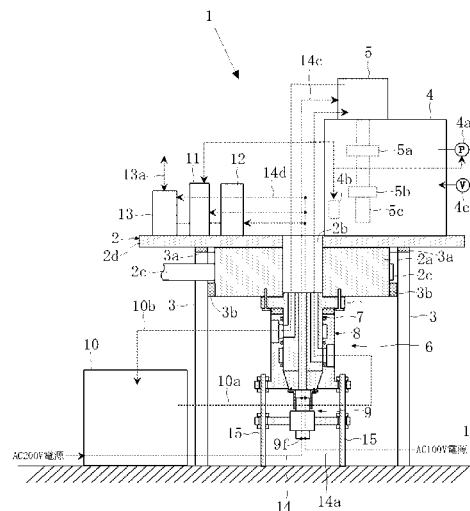
(54) 【発明の名称】 連続回転系で極低温を実現する装置

(57) 【要約】

【課題】 連続回転する系で無冷媒冷凍機を運転可能にし、極低温を実現・長時間保持できる装置を提供する。

【解決手段】

回転中心部に穴を穿設した回転テーブルと、回転テーブル上に固定された真空容器と、真空容器内部に冷却部を有する無冷媒冷凍機と、回転テーブル底部に固定され上下方向に貫通するスルーホールとヘリウムガスを通し側壁及び上部に開口した往ヘリウムガス流路及び還ヘリウムガス流路を備える内筒と、内筒を内部に回転可能に収納し前記ヘリウムガス流路に連設する往還ヘリウムガス接続口を備える外筒と、無冷媒冷凍機にヘリウムガスを往還ヘリウムガス流路に通し循環させるコンプレッサと、内筒に固定され回転可能に電気を通電する配線用回転継手とからなり、前記スルーホール及び穴に内部配線を通し回転テーブル上の機器に電気を供給することを特徴とする連続回転系で極低温を実現する装置の構成とした。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

連続回転する系で無冷媒冷凍機を運転し、極低温を実現・長時間保持可能な極低温冷却装置であって、

回転中心部の上下方向に穴を穿設した回転テーブルと、

前記回転テーブルを回転可能に保持する枠体と、

前記回転テーブル上に固定された真空容器と、

前記真空容器内部に冷却部を有する無冷媒冷凍機と、

前記回転テーブルの底部に固定され上下方向に貫通するスルーホールを備えヘリウムガスを気密的かつ回転可能に前記無冷媒冷凍機に送るヘリウムガス用回転継手と、

非回転面に設置され、前記ヘリウムガス用回転継手を通し前記無冷媒冷凍機にヘリウムガスを循環させるコンプレッサと、

前記ヘリウムガス用回転継手に固定され回転可能に電気を回転テーブル上に通電する配線用回転継手と、

からなり、

前記スルーホール及び穴に前記配線用回転継手に接続する内部配線を通し前記回転テーブル上の機器に電気を供給することを特徴とする連続回転系で極低温を実現する装置。

【請求項 2】

前記ヘリウム用回転継手が、

前記回転テーブルの底部に固定され上下方向に貫通するスルーホールと前記ヘリウムガスを通す往還ヘリウムガス流路を備える内筒と、

前記内筒を内部に気密的かつ回転可能に収納するとともに前記往還ヘリウムガス流路に前記ヘリウムガスを送る外筒と、

からなることを特徴とする請求項 1 に記載の連続回転系で極低温を実現する装置。

【請求項 3】

前記内筒が、

側壁及び上部に開口した往ヘリウムガス流路及び還ヘリウムガス流路を備え、

前記外筒が、

内周に前記往ヘリウムガス流路に連設する第一環状溝と前記第一環状溝に連設し外周に開口した往ヘリウムガス接続口と、内周に前記還ヘリウムガス流路に連設する第二環状溝と

前記第二環状溝に連設し外周に開口した還ヘリウムガス接続口を備える

ことを特徴とする請求項 2 に記載の連続回転系で極低温を実現する装置。

【請求項 4】

前記配線用回転継手が、

一方の非回転コネクタ部に電源からの配線を接続し、他端の回転コネクタ部に前記無冷媒冷凍機に電気を供給する内部配線を接続することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の連続回転系で極低温を実現する装置。

【請求項 5】

前記回転テーブル上に、前記真空容器内部の温度、圧力データ、被冷却体の温度を出力するモニタを載置したことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 の何れか 1 項に記載の連続回転系で極低温を実現する装置。

【請求項 6】

前記回転テーブル上に、前記真空容器内に設置された各種装置の運転を制御するとともに、前記モニタに出力されるデータを記録する PC を載置したことを特徴とする請求項 5 に記載の連続回転系で極低温を実現する装置。

【請求項 7】

前記回転テーブル上に、前記 PC と非回転面上に配置された PC と無線 LAN 通信可能にするルータを載置したことを特徴とする請求項 6 に記載の連続回転系で極低温を実現する装置。

【請求項 8】

前記回転テーブル上に、前記 PC と非回転面上に配置された PC と無線 LAN 通信可能にするルータを載置したことを特徴とする請求項 7 に記載の連続回転系で極低温を実現する装置。

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 請求項 7 の何れか 1 項に記載の連続回転系で極低温を実現する装置の真空容器内に、電波望遠鏡のレンズ、焦点面を配置し、前記レンズ及び焦点面を極低温に冷却することを特徴とする電波望遠鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続的に回転する系で、極低温（数ケルビン以下）に到達させ、極低温を長時間保持可能な冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、連続的に回転する系での冷却は、液体ヘリウム等の液体冷媒を冷却部に貯めて用いる方式のみが知られている。

【0003】

しかしながら、従来の液体冷媒を用いた方式では、液体冷媒の気化拡散などにより、極低温の保持時間は、長くてせいぜい数日程度で、到達温度も 4.2 ケルビンにとどまっていた。また、回転を止めることなしに、常温状態から冷却することはできない。さらに、液体冷媒の追加等のメンテナンスに多大な労力、費用を要した。

【0004】

他方、特許文献 1 などのような無冷媒冷凍機も知られている。無冷媒冷凍機は、液体冷媒を用いない機械式冷凍機であり、GM 冷凍機などがある。無冷媒冷凍機を用いることで、液体冷媒の補充などのメンテナンスを無くすことができるものの、回転する無冷媒冷凍機に電源、ヘリウムガスパイプを接続する点において問題であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 74774 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、連続回転する系で無冷媒冷凍機を運転可能にし、極低温を実現・長時間保持できる装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記の課題を解決するために、

(1)

連続回転する系で無冷媒冷凍機を運転し、極低温を実現・長時間保持可能な極低温冷却装置であって、

回転中心部の上下方向に穴を穿設した回転テーブルと、

前記回転テーブルを回転可能に保持する枠体と、

前記回転テーブル上に固定された真空容器と、

前記真空容器内部に冷却部を有する無冷媒冷凍機と、

前記回転テーブルの底部に固定され上下方向に貫通するスルーホールを備えヘリウムガスを気密的かつ回転可能に前記無冷媒冷凍機に送るヘリウムガス用回転継手と、

非回転面に設置され、前記ヘリウムガス用回転継手を通し前記無冷媒冷凍機にヘリウムガスを循環させるコンプレッサと、

前記ヘリウムガス用回転継手に固定され回転可能に電気を回転テーブル上に通電する配線用回転継手と、

からなり、

前記スルーホール及び穴に前記配線用回転継手に接続する内部配線を通し前記回転テーブル上の機器に電気を供給することを特徴とする連続回転系で極低温を実現する装置の構成と

10

20

30

40

50

した。

(2)

前記ヘリウム用回転継手が、
前記回転テーブルの底部に固定され上下方向に貫通するスルーホールと前記ヘリウムガスを通す往還ヘリウムガス流路を備える内筒と、
前記内筒を内部に気密的かつ回転可能に収納するとともに前記往還ヘリウムガス流路に前記ヘリウムガスを送る外筒と、
からなることを特徴とする(1)に記載の連続回転系で極低温を実現する装置の構成とした。

(3)

前記内筒が、
側壁及び上部に開口した往ヘリウムガス流路及び還ヘリウムガス流路を備え、
前記外筒が、
内周に前記往ヘリウムガス流路に連設する第一環状溝と前記第一環状溝に連設し外周に開口した往ヘリウムガス接続口と、内周に前記還ヘリウムガス流路に連設する第二環状溝と前記第二環状溝に連設し外周に開口した還ヘリウムガス接続口を備える
ことを特徴とする(2)に記載の連続回転系で極低温を実現する装置の構成とした。

(4)

前記配線用回転継手が、
一方の非回転コネクタ部に電源からの配線を接続し、他端の回転コネクタ部に前記無冷媒冷凍機に電気を供給する内部配線を接続することを特徴とする(1)~(3)の何れかに記載の連続回転系で極低温を実現する装置の構成とした。

(5)

前記回転テーブル上に、前記真空容器内部の温度、圧力データ、被冷却体の温度を出力するモニタを載置したことを特徴とする(1)~(4)の何れかに記載の連続回転系で極低温を実現する装置の構成とした。

(6)

前記回転テーブル上に、前記真空容器内に設置された各種装置の運転を制御するとともに、前記モニタに出力されるデータを記録するPCを載置したことを特徴とする(5)に記載の連続回転系で極低温を実現する装置の構成とした。

(7)

前記回転テーブル上に、前記PCと非回転面上に配置されたPCと無線LAN通信可能にするルータを載置したことを特徴とする(6)に記載の連続回転系で極低温を実現する装置の構成とした。

(8)

(1)~(7)の何れかに記載の連続回転系で極低温を実現する装置の真空容器内に、電波望遠鏡のレンズ、焦点面を配置し、前記レンズ及び焦点面を極低温に冷却することを特徴とする電波望遠鏡の構成とした。

【発明の効果】

【0008】

本発明は、上記構成であるので、以下の効果を発揮する。即ち、内筒と外筒からなるヘリウムガス用回転継手を採用し、高圧・高純度のヘリウムガスをヘリウムガス用回転継手内に通し、回転テーブル上の無冷媒冷凍機と非回転面に設置したコンプレッサの間を循環させ、さらに電気、ケーブル等の配線用回転継手を介して接続するとともに、ヘリウムガス用回転継手のスルーホール内に通す。これらの工夫は、回転テーブル上での無冷媒冷凍機の運転を可能にする。つまり、連続的に回転する系で、極低温を実現し、極低温状態を長時間保持することを可能にした。当然、回転させない状態でも、回転、停止を繰り返しながらでも、無冷媒冷凍機の運転(冷却)、昇温も可能である。

【0009】

回転し続けた状態でも、極低温を長期間に渡り保持することができるので、極低温を必

10

20

30

40

50

要とする装置（被冷却体）を極低温かつ回転した状態で使用できる。被冷却体は真空容器内に配置する。システム構築後は、液体冷媒の補充がなく、ほぼメンテナンスフリーなシステムとなる。

【0010】

到達温度は使用する無冷媒冷凍機の性能に依存するが、到達温度に原理的に制限はなく、3ケルビン以下まで容易に到達できる。また、冷凍機を組み合わせると1ケルビン未満の絶対零度付近まで到達可能である。例えば、無冷媒冷凍機とヘリウム3収着式冷凍機を組み合わせることにより0.3ケルビンまで容易に到達できる。

【0011】

回転テーブル上に、PC、モニタを配置することで、連続回転系で極低温を実現する装置に搭載される機器の種々のデータの入手、それらの機器の運転制御も、配線用回転継手を介して行うことができる。さらには、回転テーブル上に無線用のルータを設置することで、各種データ入手、各種機器、装置の運転制御を無線LAN通信によって行うことができる。

10

【0012】

本発明は、電波天文観測分野、例えば回転する電波望遠鏡のレンズ、焦点面の極低温冷却に応用でき、地上での高感度の電波観測が可能になる。さらに、環境、セキュリティ、軍事産業など、極低温を必要とする回転式高感度レーダーを利用する分野への利用が見込まれる。長時間極低温を保持し、メンテナンスフリーであるので、レーダー感度を大幅に向上させることができる。さらに、飛行機、衛星、宇宙ステーションなどの飛行体への搭載も容易に可能である。また、極低温を必要とする装置で人体の周りからスキャンするなどの医学装置分野への利用も見込まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明である連続回転系で極低温を実現する装置の部分断面概念図である。

【図2】ヘリウムガス用回転継手及び配線用回転継手の拡大部分断面図である。

【図3】本発明による極低温実証実験の結果である。

【図4】本発明である連続回転系で極低温を実現する装置の電波望遠鏡への応用例を示す図である。

【図5】連続回転系で極低温を実現する装置を備える電波望遠鏡での観測範囲の説明図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面に基づき、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、本発明は下記実施例に限定されるものではない。

【実施例1】

【0015】

図1、2の部分断面図に示すように、本発明の一例である連続回転系で極低温を実現する装置1は、連続回転する系で無冷媒冷凍機を運転し、極低温を実現・長時間保持可能な装置である。回転テーブル2と、枠体3と、真空容器4と、無冷媒冷凍機5と、内筒7及び外筒8とからなるヘリウムガス用回転継手6と、配線用回転継手9と、柱15と、コンプレッサ10と、回転テーブル2の上に置かれる各種機器と、無冷媒冷凍機5に電気を供給するAC200V電源と、各種機器に電気を供給するAC100V電源と、からなる。

40

【0016】

回転テーブル2は、上面2dと、上面2dの底部に固定した回転軸2aとからなり、回転中心部の上下方向に穴2bが穿設される。上面2dには、真空容器4、非回転面から供給される電気で駆動する各種機器が載置される。真空容器4、各種機器は、重量バランス、重心を考慮して配置されることが望ましい。回転テーブル2は、回転軸2aに係止されたベルト2cを介してモータ（図示省略）の駆動によって回転する。

【0017】

50

枠体 3 は、非回転面、例えば地面 1 6 に立設し、回転テーブル 2 の上面 2 d との間に回転テーブル 2 の荷重を受け水平方向に回転テーブル 2 を回転させるベアリング 3 a (スラスト玉軸受け) と、回転軸 2 a との間に回転軸 2 a の軸ぶれを防ぐベアリング 3 b (アンギュラ玉軸受け) を固定し、回転テーブル 2 を回転可能に保持する。

【0018】

真空容器 4 は回転テーブル 2 の上に固定され、真空容器 4 の内部は回転テーブル 2 とともに回転するポンプ 4 a によって減圧される。また、真空容器 4 の内部には、被冷却体 5 c が配置される。さらに、必要に応じて、追加冷却装置などの各種装置 4 b も配置される。図 1 に示す真空容器 4 の内部の空気の排気用ポンプ 4 a、真空容器 4 の内部に気体を導入する経路に設けた吸気用のバルブ 4 c、各種装置 4 b 等は、後述の PC 1 1 で作動制御される。

10

【0019】

無冷媒冷凍機 5 は、GM 冷凍機など、機械式冷凍機で、液体冷媒を用いない。無冷媒冷凍機 5 のモータポンプ (図示省略) の起動、駆動は、コンプレッサ 1 0 によって制御される。無冷媒冷凍機 5 はコンプレッサ 1 0 から供給される AC 2 0 0 V 電源によって駆動される。

【0020】

冷却部 (1st ステージ 5 a、2nd ステージ 5 b) は、真空容器 4 の内部に位置する。被冷却体 5 c は、冷却部に直接接触又は間接的に連設して、極低温に冷却される。無冷媒冷凍機 5 の内部では、ヘリウムガスがコンプレッサ 1 0 によって循環 (破線矢印) する。コンプレッサ 1 0 から無冷媒冷凍機 5 に向かうヘリウムガスが往ヘリウムガス 1 0 a、無冷媒冷凍機 5 からコンプレッサ 1 0 に戻るヘリウムガスが還ヘリウムガス 1 0 b であり、それぞれパイプ、ヘリウムガス用回転継手 6 で接続される。

20

【0021】

内筒 7 は、図 2 に示すように、フランジ 7 a 部が回転テーブル 2 の底部 (回転軸 2 a) に留め具 7 b で固定される。内筒 7 の内部には上下方向に貫通するスルーホール 7 e と、ヘリウムガスを通し側壁及び上部に開口した往ヘリウムガス流路 7 c 及び還ヘリウムガス流路 7 d を備える。往ヘリウムガス流路 7 c 及び還ヘリウムガス流路 7 d の上部開口には、無冷媒冷凍機 5 に繋がるヘリウムガスを通すパイプがそれぞれ接続される。内筒 7 の先端部は、外筒 8 から脱落しない形状、ここでは下に向けテーパーとしている。

30

【0022】

外筒 8 は、内筒 7 を内部に気密的に収納し、上部に内筒 7 を回転可能に保持するベアリング軸受け 8 a を備える。リング 8 f を外筒 8 の内壁面のヘリウムガス流路 (第一、第二環状溝 8 c、8 e) の上下に設けた溝に嵌めることで、高圧ヘリウムガスをシールする。

【0023】

外筒 8 の内周には、往ヘリウムガス流路 7 c に連設する第一環状溝 8 c と、第一環状溝 8 c に連設し外周に開口した往ヘリウムガス接続口 8 b を備える。また、第一環状溝 8 c と異なる位置の内周に、還ヘリウムガス流路 7 d に連設する第二環状溝 8 e と、第二環状溝 8 e に連設し外周に開口した還ヘリウムガス接続口 8 d を備える。往、還ヘリウムガス接続口 8 b、8 d には、コンプレッサ 1 0 に繋がるヘリウムガスを通すパイプがそれぞれ接続される。

40

【0024】

そして、内筒 7 の底部において、スナッピング 8 g で、内筒 7 を外筒 8 に回転可能に係止して、内筒 7 の外筒 8 からの浮上を防止する。

【0025】

配線用回転継手 9 は、内筒 7 に留め具 9 e で固定されたホルダ 9 d に、複数の端子が突出した内筒 7 及びホルダ 9 d とともに回転する回転コネクタ部 9 c が係止され、カバー 9 a を介して、他端に複数の端子が突出した非回転コネクタ部 9 b が電氣的に接続する。カバー 9 a の内部には、伝導性の液体 (水銀) が充填され、非回転コネクタ部 9 b の端子が

50

ら回転コネクタ部 9 c の対応する端子に通電する。このような配線用回転継手 9 は、一般的な電気部品として市場に流通している。例えば、Merco tac 社製、Model 830 などがある。

【0026】

ここでは、非回転コネクタ部 9 b の 1 の端子に AC 200 V 電源に繋がる 200 V 配線 14 を接続し（接点 9 f）、他の端子に AC 100 V 電源に繋がる 100 V 配線 14 a を接続する（接点 9 g）。他方、回転コネクタ部 9 c の接点 9 f に電氣的に繋がる端子に無冷媒冷凍機 5 に電気を供給する内部配線 14 c を接続し（接点 9 h）、接点 9 g に電氣的に繋がる端子に回転テーブル 2 の上の各種機器に電気を供給する内部配線 4 d を接続する（接点 9 i）。

10

【0027】

柱 15 は、地面 16 から起立し、保持部 9 k に挿通しナット 15 a で保持部 9 k を固定し、保持部 9 k を介して配線用回転継手 9 の位置決めする。また、柱 15 は、外筒 8 のフランジ 8 h に挿通し、ナット 15 a でフランジ 8 h を固定し、外筒 8 の位置決めもする。

【0028】

コンプレッサ 10 は、非回転面に設置され、高純度（99.999%以上）のヘリウムガスを高圧（～16 Mpa）で、往ヘリウムガス流路 7 c 及び還ヘリウムガス流路 7 d を通し、無冷媒冷凍機 5 の内部に移送し、循環させる。コンプレッサ 10 等の重量物は、非回転面に、例えば地面 16 に、載置される。その結果、回転テーブル 2 の上の載置重量を低減でき、コンパクトで、メンテナンスフリーのシステムを提供することができることとなる。

20

【0029】

回転テーブル 2 の上に置かれる各種機器としては、パーソナルコンピューター（PC 11）、モニタ 12、ルータ 13、ポンプ 4 a などがある。

【0030】

PC 11 は、100 V 電源に接続する内部配線 14 d から電源供給を受け、駆動し、モニタ 12、ルータ 13、ポンプ 4 a の運転を制御し、さらに真空容器 4 の内部に置かれた各種装置 4 b の作動を制御する。

【0031】

モニタ 12 は、真空容器 4 の内部の温度、圧力データ、被冷却体 5 c の温度値を出力する。さらに、PC 11 と接続される。PC 11 が取得した真空容器 4 の内部の温度、圧力データを出力してもよい。

30

【0032】

ルータ 13 は、PC 11 に接続され、PC 11 と連続回転系で極低温を実現する装置 1 に搭載されていない PC とを無線 LAN 通信を可能にする。ルータ 13 を備えることで、離れた場所から、真空容器 4 の内部の各種データを入手し、PC 11 のコントロール、さらに PC 11 を介して各種装置 4 b を制御することが可能になる。

【0033】

このようにしてなる連続回転系で極低温を実現する装置 1 は、スルーホール 7 e 及び穴 2 b に内部配線 14 c、14 d を通し回転テーブル 2 の上の機器に電気を供給する。そして、配線、パイプ配管後、使用時には、コンプレッサ 10 のスイッチを入れるだけで、冷凍機の性能や容器の大きさに依存するが、1～2 時間程度の短時間で目標の極低温に到達させることが可能になる。

40

【0034】

実際の試験では、図 3 に示すように、室温から極低温まで約 40 分で到達させることができた。図 3 の縦軸は温度 K（ケルビン）、横軸は測定時刻である。破線が無冷媒冷凍機 5 の 1st ステージ 5 a、実線が 2nd ステージ 5 b の測定温度値である。

【実施例 2】

【0035】

このようにしてなる連続回転系で極低温を実現する装置 1 は、図 4、5 に示すように、

50

地上において高感度かつ広範囲の電波 2 3 を観測することのできる回転式の電波望遠鏡 2 0 に応用できる。

【 0 0 3 6 】

電波望遠鏡 2 0 は、図 4 に示すように、回転テーブル 2 の上に載置した真空容器 4 の内部に、レンズ 2 1、2 1 及び焦点面 2 2 を配置し、無冷媒冷凍機 5 で、レンズ 2 1、焦点面 2 2 を極低温に冷却する。電波望遠鏡 2 0 の感度は、おおまかには焦点面 2 2 の温度に反比例して向上する。したがって、このような構成にした電波望遠鏡 2 0 は、高い感度を保ちながら高速回転する。その結果、一台で図 5 に示すように広範囲観測が可能になる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

1	連続回転系で極低温を実現する装置	
2	回転テーブル	
2 a	回転軸	
2 b	穴	
2 c	ベルト	
2 d	上面	
3	枠体	
3 a	ベアリング	
3 b	ベアリング	
4	真空容器	20
4 a	ポンプ	
4 b	各種装置	
4 c	バルブ	
5	無冷媒冷凍機	
5 a	1 s t ステージ	
5 b	2 n d ステージ	
5 c	被冷却体	
6	ヘリウムガス用回転継手	
7	内筒	
7 a	フランジ	30
7 b	留め具	
7 c	往ヘリウムガス流路	
7 d	還ヘリウムガス流路	
7 e	スルーホール	
8	外筒	
8 a	ベアリング軸受け	
8 b	往ヘリウムガス接続口	
8 c	第一環状溝	
8 d	還ヘリウムガス接続口	
8 e	第二環状溝	40
8 f	Oリング	
8 g	スナップリング	
8 h	フランジ	
9	配線用回転継手	
9 a	カバー	
9 b	非回転コネクタ部	
9 c	回転コネクタ部	
9 d	ホルダ	
9 e	留め具	
9 f	接点	50

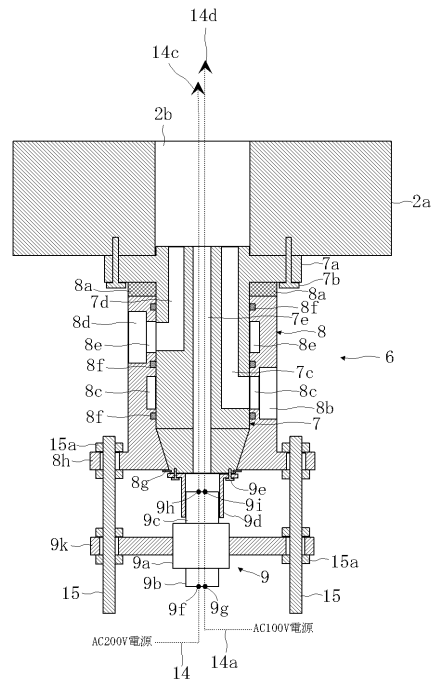
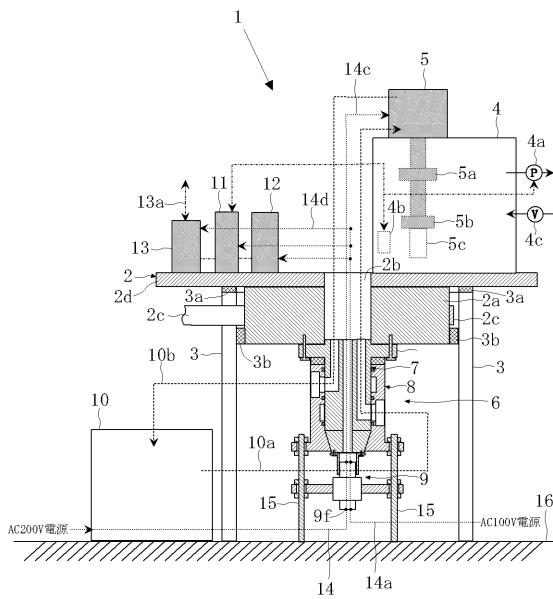
- 9 g 接点
- 9 h 接点
- 9 i 接点
- 9 k 保持部
- 10 コンプレッサ
- 10 a 往ヘリウムガス
- 10 b 還ヘリウムガス
- 11 P C
- 12 モニタ
- 13 ルータ
- 13 a 無線
- 14 200V配線
- 14 a 100V配線
- 14 c 内部配線
- 14 d 内部配線
- 15 柱
- 15 a ナット
- 16 地面
- 20 電波望遠鏡
- 21 レンズ
- 22 焦点面
- 23 電波
- 24 自転
- 25 スキャンエリア

10

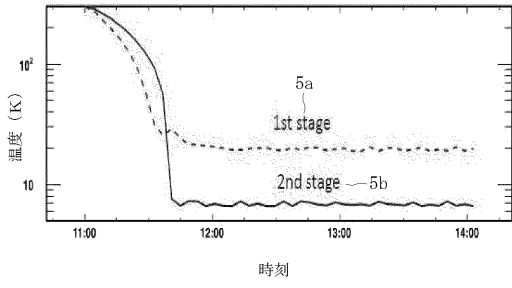
20

【 図 1 】

【 図 2 】

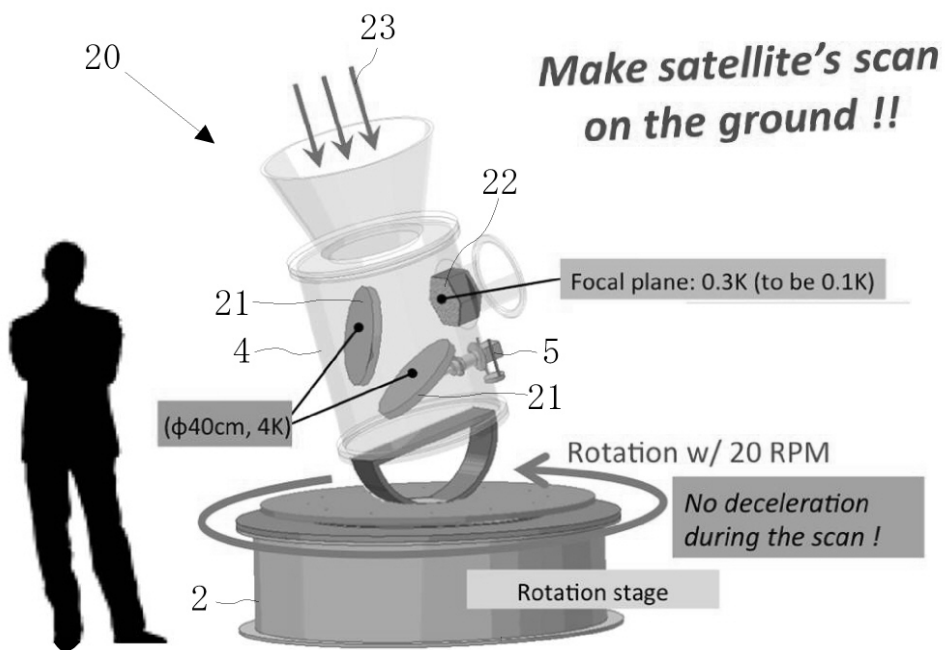


【 図 3 】



【 図 4 】

GroundBIRD Overview



High speed rotation scan eliminates the effects of $1/f$ noise, i.e. baseline fluctuation.

→ Enlargement of observing area

→ No efficiency loss induced by the $1/f$ noise filtering

【 図 5 】

