

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6196491号  
(P6196491)

(45) 発行日 平成29年9月13日(2017.9.13)

(24) 登録日 平成29年8月25日(2017.8.25)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 2 B 23/00 (2006.01) G 0 2 B 23/00

請求項の数 5 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-159283 (P2013-159283)                  (22) 出願日 平成25年7月31日 (2013.7.31)                  (65) 公開番号 特開2015-31734 (P2015-31734A)                  (43) 公開日 平成27年2月16日 (2015.2.16)                  審査請求日 平成28年7月28日 (2016.7.28)</p>	<p>(73) 特許権者 000142894                  株式会社五藤光学研究所                  東京都府中市矢崎町4丁目16番地                  (74) 代理人 100081949                  弁理士 神保 欣正                  (72) 発明者 高橋 由昭                  東京都府中市矢崎町4丁目16番地株式会社五藤光学研究所内                  審査官 殿岡 雅仁</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組み替え式天体望遠鏡の回転軸ユニットおよび組み替え式天体望遠鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸受けハウジング(5)と、内蔵した動力機構により軸受けハウジング(5)に軸支されるとともに、上端面が軸受けハウジングの天面から露出する回転軸体(1)からなり、上記回転軸体(1)を中空部(14)を有する筒状とするとともに、軸受けハウジング(5)の底面および端面に中空部(14)と連通する貫通穴(16、10)を設け、軸受けハウジング(5)の天面から露出する回転軸体(1)の端面、軸受けハウジングの底面および端面を天体望遠鏡を構成する光学部材または支持部材の取り付け面とするとともに、そのための固定手段(t1、t2、t3)を設けたことを特徴とする組み替え式天体望遠鏡の回転軸ユニット。

【請求項2】

軸受けハウジング(5)と、内蔵した動力機構により軸受けハウジング(5)に軸支されるとともに、上端面が軸受けハウジングの天面から露出する回転軸体(1)からなり、上記回転軸体(1)を中空部(14)を有する筒状とするとともに、軸受けハウジング(5)の底面および端面に中空部(14)と連通する貫通穴(16、10)を設け、軸受けハウジング(5)の天面から露出する回転軸体(1)の端面、軸受けハウジングの底面および端面を天体望遠鏡を構成する光学部材または支持部材の取り付け面とするとともに、そのための固定手段(t1、t2、t3)を設けた2つの回転軸ユニット(X、Y)により各部材を観測目的に合わせた形式に連結可能としたことを特徴とする組み替え式天体望遠鏡。

## 【請求項 3】

偏平状の本体の一面に一方の回転軸ユニット (X) の天面から露出する回転軸体 (1) の端面を固定可能とするとともに、他面に他方の回転軸ユニット (Y) の端面を固定可能とすることにより、2つの回転軸ユニット (X、Y) 同士を互いの回転軸体 (1) が直交するよう連結するためのマルチプレート (17) を支持部材として用意した請求項 2 記載の組み替え式天体望遠鏡。

## 【請求項 4】

回転軸体 (1) の中空部 (14) を通線路および導光管として利用した請求項 2 または 3 記載の組み替え式天体望遠鏡。

## 【請求項 5】

回転軸ユニット (X、Y) を防水構造にした請求項 4 記載の組み替え式天体望遠鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本願発明は天体望遠鏡に関し、より詳細には望遠鏡を構成部材毎に分割し、これらを組み合わせるにより観測目的に応じた望遠鏡形式に変化させることを可能とするための回転軸ユニットおよび組み替え式天体望遠鏡に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

天体望遠鏡の架台形式には、地球の自転軸と平行な極軸と、それに直交した赤緯軸の 2 軸で構成され、極軸を回転させることにより天体追尾を行なう赤道儀と、上下、水平の 2 方向への動きにより天体追尾を行なう鏡筒の経緯台がある。赤道儀の種類としてはドイツ式・フォーク式・ヨーク式・イギリス式・ホースシュー式などが知られているが、アマチュア天文家などに最も普及しているのは構造的に頑丈なドイツ式赤道儀である。

## 【0003】

赤道儀も経緯台も 2 つの直交した軸を手動または電動で回転し、搭載した観測装置を正確に目標の天体に向ける。電動のものは観測装置の視野に目標天体を適宜導入した後、地球の自転によって移動する目標の天体が観測装置の視野からずれないように、モータ制御によって自動的に追尾をするものである。

## 【0004】

図 1 は赤道儀の追尾概念図である。P は天の北極、Z は天頂、e は天の赤道、r は自転による天体の移動、E W S N は東西南北の方位を表す。

## 【0005】

赤道儀 E M は、赤経軸 を天の北極 P に向け、それに直交する赤緯軸 上に観測装置 a を載せたものであるが、目標天体 s の赤経・赤緯に観測装置 a の視野を合わせて導入し、継続して追尾する際、赤経軸 だけを地球の自転 r に合わせて微妙に回転させれば足りるので、制御装置が簡単となり、低コストで済む天体望遠鏡となる。運転制御は最近ではマイコンや簡単な電子回路で行うことが主流だが、制御装置が簡易なので過去には運転時計と呼ばれる機械仕掛けの駆動装置で赤経軸 を回転させて追尾していた。

## 【0006】

図 2 は経緯台の追尾概念図である。P は天の北極、Z は天頂、e は天の赤道、r は自転による天体の移動、E W S N は東西南北の方位を表す。

## 【0007】

経緯台 C M は、方位軸 A を天頂 Z に向け、それに直交する高度軸 h 上に観測装置 a を載せたものであるが、目標天体 s の高度・方位角に観測装置 a の視野を合わせて導入し、継続して追尾する際、高度軸 h と方位軸 A の動きを逐次計算しながら制御しなければならないため、コンピュータによる高度な演算制御を必要とする。また、天頂 Z を通過する天体を追尾する場合、方位軸 A が急激な回転を必要とするため、天体の動きに追従できない範囲がわずかに生じるといった問題を含んでいる。

## 【0008】

10

20

30

40

50

しかし、経緯台式は方位軸 A が常に水平で機械的に安定しているため、世界の国立天文台クラスの巨大望遠鏡や公共天文台などの大型望遠鏡の多くがこの方式を採用している。一方、最近ではコンピュータの小型・高性能・低価格化によって高度な演算制御が可能となり、アマチュア向けの経緯台式天体望遠鏡も市販されている。その中には、経緯台を傾斜台に取付けて赤道儀に転用し、制御をソフトウェアで切換えるようなものもある。

#### 【 0 0 0 9 】

天体望遠鏡の架台形式はこのようにいずれも直交する 2 軸の機構と傾斜台または水平台から成り立っているが、市販されているどちらの形式も 2 軸 1 体で設計されているものがほとんどであり、ユーザーは各社が提供する多様なデザインや仕様の中から個々の観測目的に合ったものを選定し、使用しているのが現状である。

10

#### 【 0 0 1 0 】

しかし、ユーザーには観測目的に合わせて使いやすい形にしたいというニーズがあるので、赤道儀式の架台を傾斜台ユニット・赤経軸ユニット・赤緯軸ユニット・観測機材取付けユニットなどに分解し、それぞれを単独で提供するシステム赤道儀が市販されている（非特許文献 1～3）。これらは観測目的によって市販ユニットと手持ちの機材などが組合わせられるので、比較的ユーザーの目的に合った仕様に近づくものの、極軸と交差する赤緯軸の他端により鏡筒を支持するドイツ式赤道儀に限定されているため、2本の腕で望遠鏡を支持するフォーク式赤道儀や経緯台などにアレンジすることは考えられていなかった。

#### 【 0 0 1 1 】

20

【非特許文献 1】インターネット記事「ウィキペディア システム望遠鏡」(<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B7%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%A0%E6%9C%9B%E9%81%A0%E9%8F%A1>)

【非特許文献 2】インターネット記事「ウィキペディア 五藤光学研究所・マーク X」(<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%94%E8%97%A4%E5%85%89%E5%AD%A6%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%89%80%E3%83%BB%E3%83%9E%E3%83%BC%E3%82%AF>)

【非特許文献 3】インターネット記事「ウィキペディア 高橋製作所の望遠鏡製品一覧」(<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%AB%98%E6%A9%8B%E8%A3%BD%E4%BD%9C%E6%89%80%E3%81%AE%E6%9C%9B%E9%81%A0%E9%8F%A1%E8%A3%BD%E5%93%81%E4%B8%80%E8%A6%A7>)

#### 【 発明の概要 】

30

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

#### 【 0 0 1 2 】

アマチュア为天体望遠鏡による天体観測の目的は単なる星空の観望や写真撮影から学術的な観測まで、非常に広範囲にわたっている。必要な観測機材はデジタル技術の発達によって高性能化し、観測目的を満足すべく日々進歩しているが、それらを搭載する望遠鏡架台は各メーカーが主に自社の鏡筒を搭載するために一体化して設計しており、ユーザーが観測目的に合わせて手持ちの機材を載せるように架台をアレンジするには限界があった。

#### 【 0 0 1 3 】

従来赤道儀に数種類の形式があるのは観測目的や設置する緯度によって観測しやすい形に変化してきたためである。ところが、前述したように市販の赤道儀は一体型のドイツ式が多く、観測目的に合う最適な形式に変えるのは不可能に近く、比較的柔軟にアレンジできるシステム赤道儀でも限界がある。

40

#### 【 0 0 1 4 】

ところで、最近の天体望遠鏡の観測装置は冷却 CCD カメラなどに代表されるようにコンピュータに観測データを取り込んで処理をするものが圧倒的に多く、ほとんどが架台の近傍または遠隔に設置されるコンピュータにケーブルで接続するようになっている。しかし、ほとんどの市販されている架台はそれらのケーブルを通すための経路が考慮されていないため、天体を高速で導入したり長時間の追尾を行う時に、突起物に引っかかったり絡まったりする不具合があった。特に遠隔操作では不具合に気が付かず、望遠鏡や観測装置に致命的なダメージを与えることがあった。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0015】

本願発明は以上の従来技術の問題点に鑑みて創作されたものであり、天文台の用途や観測目的に合わせて組替えることにより、天体望遠鏡架台の形式を自在に変えることができる共通する2組の回転軸ユニットおよび、この回転軸ユニットを用いた組み替え式天体望遠鏡を提供することを目的とする。

## 【0016】

すなわち、本願発明の回転軸ユニットは、軸受けハウジング5と、内蔵した動力機構により軸受けハウジング5に軸支されるとともに、上端面が軸受けハウジングの天面から露出する回転軸体1からなり、上記回転軸体1を中空部14を有する筒状とするとともに、軸受けハウジング5の底面および端面に中空部14と連通する貫通穴16、10を設け、軸受けハウジング5の天面から露出する回転軸体1の端面、軸受けハウジングの底面および端面を天体望遠鏡を構成する光学部材または支持部材の取り付け面とするとともにそのための固定手段t1、t2、t3を設けたことを特徴とする。

10

## 【0017】

また、本願発明の組み替え式天体望遠鏡は、軸受けハウジング5と、内蔵した動力機構により軸受けハウジング5に軸支されるとともに、上端面が軸受けハウジングの天面から露出する回転軸体1からなり、上記回転軸体1を中空部14を有する筒状とするとともに、軸受けハウジング5の底面および端面に中空部14と連通する貫通穴16、10を設け、軸受けハウジング5の天面から露出する回転軸体1の端面、軸受けハウジングの底面および端面を天体望遠鏡を構成する光学部材または支持部材の取り付け面とするとともにそのための固定手段t1、t2、t3を設けた2つの回転軸ユニットX、Yにより各部材を観測目的に合わせた形式に連結可能としたことを特徴とする。

20

## 【0018】

また、請求項3記載の組み替え式天体望遠鏡は、前記の組み替え式天体望遠鏡において、支持部材として、偏平状の本体の一面に一方の回転軸ユニットXの天面から露出する回転軸体1の端面を固定可能とするとともに、他面に他方の回転軸ユニットYの端面を固定可能とすることにより、2つの回転軸ユニットX、Y同士を互いの回転軸体1が直交するよう連結するためのマルチプレート17を用意したことを特徴とする。

## 【0019】

また、請求項4記載の組み替え式天体望遠鏡は、前記の組み替え式天体望遠鏡において、回転軸体1の中空部14を通線路および導光管として利用したことを特徴とする。

30

## 【0020】

また、請求項5記載の組み替え式天体望遠鏡は、前記の組み替え式天体望遠鏡において、回転軸ユニットX、Yを防水構造にしたことを特徴とする。

## 【0021】

本願発明における回転軸ユニットX(Y)は、軸受けハウジング5の天面から露出する回転軸体1の端面、回転軸体1に直角な軸受けハウジングの底面および回転軸体1に平行な端面を天体望遠鏡を構成する光学部材または支持部材の取り付け面としているので、2つの回転軸ユニットX、Y同士をマルチプレート17などを用いて互いの回転軸体1が直交するよう連結するとともに、後記する延長ブロック17a・傾斜台18・水平台18aなどを用いて最適な形に組替えることによって、様々な形式に変化させることができる。つまり、X軸を天の北極に向ければ赤道儀になり、鉛直線に合わせて天頂に向ければ経緯台になる。

40

## 【0022】

また、回転軸ユニットX(Y)の回転軸体1を中空にしているので、後記するマルチプレート17・延長ブロック17aなどにも通線路を確保することにより、観測機材と駆動軸制御のケーブルを架台内部に通すことができる。

## 【0023】

回転軸ユニットX(Y)の機構要素は回転軸体およびこれを駆動する数値制御可能なモ

50

ータ・減速機・主歯車列とこれらを組み込んだ軸受ハウジング5から成るが、これをX軸に使用する場合、Y軸に使用する場合でも架台の形式が変わる場合でも機構要素や減速比はすべて共通となる。一方、回転軸ユニットX(Y)赤道儀か経緯台で使い分ける場合は、最適な2軸の制御を行えるように制御パラメータを変更することによって対応する。

【発明の効果】

【0024】

本発明の組替え式天体望遠鏡は、それぞれの回転軸ユニットを分離・共通化することによって2つの直交する軸の配置を自在に構成することが可能になり、観測者の要望に合わせてユニットを組替えれば、観測目的に最適な形式の天体望遠鏡を提供できる。また、ユニットを共通化したことによってコストと精度が両立し、安価で信頼性の高い天体望遠鏡を提供できる。

10

【0025】

一方、回転軸体を中空部を有する筒状とするとともに、軸受けハウジングにこの中空部と連通する貫通穴を設けることにより回転軸ユニットと取付パーツの通線路を確保したので、観測機材と駆動軸制御のケーブルを架台内部に通すことが可能となる。この結果、外觀が美しくなるだけでなく、望遠鏡の可動範囲にケーブルが垂れ下がったまま回転し、駆動中に引っかかったり絡んだりするような不具合が解消され、遠隔操作においても安心して使用できる望遠鏡が実現される。

【0026】

さらに、回転軸ユニットの回転軸体を中空部を有する筒状とし、軸受けハウジングの底面にこの中空部と連通する貫通穴を設けているので、この中空部を導光管として利用し、クーデ式やナスミス式の光学系にも対応できるようになる。また、この回転軸ユニットは防水機能を組み込むことが容易なため、クーデ式やナスミス式の光学系を利用したドームレス望遠鏡も構成することができ、科学館の展示用の天体望遠鏡システムなどに応用するなど、天体望遠鏡としての用途拡大に寄与する。

20

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】赤道儀の追尾概念図。

【図2】経緯台の追尾概念図。

【図3】本願発明の回転軸ユニットの一部切り欠き正面図。

30

【図4】同上、一部切り欠き平面図。

【図5】同上、左側面図。

【図6】同上、右側面図。

【図7】本願発明の回転軸ユニットを使用した組み替え式天体望遠鏡の構成図。

【図8】本願発明の回転軸ユニットを使用してドイツ式赤道儀とした組み替え式天体望遠鏡の側面図。

【図9】本願発明の回転軸ユニットを使用してクーデ式赤道儀とした組み替え式天体望遠鏡の一部切り欠き側面図。

【図10】本願発明の回転軸ユニットを使用して片持ちフォーク式経緯台とした組み替え式天体望遠鏡の側面図。

40

【図11】本願発明の回転軸ユニットを使用して片持ちフォーク式赤道儀とした組み替え式天体望遠鏡の側面図。

【図12】本願発明の回転軸ユニットを使用してナスミス式経緯台とした組み替え式天体望遠鏡の一部切り欠き側面図。

【図13】本願発明の回転軸ユニットを使用してヘリオスタット式経緯台とした組み替え式天体望遠鏡の一部切り欠き側面図。

【図14】本願発明の回転軸ユニットを使用してヘリオスタット式赤道儀とした組み替え式天体望遠鏡の一部切り欠き側面図。

【図15】回転軸ユニットの制御回路のブロック図。

【図16】本願発明の回転軸ユニットを使用してドイツ式赤道儀を構成する場合の各部材

50

の組み立ての概念を示す組み立て前の斜視図。

【図 17】同上、組み立て後の斜視図。

【図 18】本願発明の回転軸ユニットを使用して片持ちフォーク式赤道儀を構成する場合の各部材の組み立ての概念を示す組み立て前の斜視図。

【図 19】同上、組み立て後の斜視図。

【図 20】本願発明の回転軸ユニットを使用してドイツ式赤道儀とした組み替え式天体望遠鏡においてケーブルを通線した状態を示す一部切り欠き側面図。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本願発明の具体的実施例を添付図面に基づいて説明する。図 3 ~ 図 6 は本願発明の回転軸ユニット X ( Y ) を示す図である。この回転軸ユニットは、軸受けハウジング 5 に内蔵した動力機構により駆動される回転軸体 1 を軸支した基本構成を有する。

【0029】

回転軸体 1 は内部に中空部 14 を有する筒状に構成され、上端面が軸受けハウジング 5 の天面から露出するとともに、この中空部は軸受けハウジング 5 の底面に設けた貫通穴 16 と連通する。また、軸受けハウジング 5 の端面（ここでは相対向する 2 つの端面 11、12）にも中空部 14 と連通する貫通穴 10、10 が設けられる。前記の連通路は前記したようにケーブルの通線路や導光管として利用することができる。

【0030】

この実施例では軸受けハウジング 5 は偏平の直方体に構成され、天面を除く底面、前後左右の端面を天体望遠鏡を構成する光学部材または支持部材の取り付け面として利用できるようにしている。これらの取り付け面にはそのための固定手段が必要箇所に設けられるものであり、図 3 ~ 図 6 には前後の端面 11、12 に固定手段となるねじ穴 t2、t3 が図示されているが、固定手段の箇所はこれらに限られないことはもちろんである。この実施例では前後の端面 11、12 の中央部分に他部材への取り付けのための角状のボス 11A、12A が突設される。前記の端面 11、12 およびねじ穴 t2、t3 のピッチは同一寸法とされることにより、回転軸ユニットの上下左右方向での使用を可能とする。一方、軸受けハウジング 5 の天面から露出する回転軸体 1 の端面も天体望遠鏡を構成する光学部材または支持部材の取り付け面として利用されるものであり、固定手段となるねじ穴 t1 を図示している。この実施例では回転軸体 1 の端面の中央部分に他部材への取り付けのための円状のボス 1A が回転中心と同心円状に突設される。

【0031】

前記の回転軸体 1 は、2 対のベアリング 2 を介して軸受けハウジング 5 内に保持される。これらのベアリング 2 は背面組合せで回転軸体 1 に固定したウォームホイール 3 によってスラスト方向に予圧が与えられ、望遠鏡の姿勢が変わることによって生じる軸精度の変動を防止している。回転軸体 1 の回転角は、ステッピングモータ 8 の回転をギヤヘッド 7 で減速し、伝導ギヤ 6 によってウォームギヤ 4 に伝達し、ウォームギヤ 4 に噛み合わせたウォームホイール 3 を回転させることによりコントロールされる。

【0032】

軸受けハウジング 5 にはコンピュータからの位置指令を受けてステッピングモータ 8 の回転を制御するためのコントローラ・ドライバ 9 が内蔵される。ステッピングモータ 8 は、サーボモータに置き換えることもできる。

【0033】

前記したように、回転軸体 1 には中空部 14 があり、軸上に取付ける観測機材や電気デバイスケーブル 15 の通線ができ、ケーブル 15 は軸受けハウジング 5 の端面に設けた貫通穴 10、10 を通して最終的に架台下から電源やコントローラなどに接続される。

【0034】

以上の構造上の特長から、回転軸体 1 と軸受けハウジング 5 を防水構造にし、各ユニットの取付部に防水処理を施せば、後記する図 13、図 14 のヘリオスタット式の事例などはドームなどの建屋を必要とせずに屋外で使用することも可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

図 7 は本願発明の回転軸ユニットを使用した組み替え式天体望遠鏡の回転軸ユニット・光学部材・支持部材同士の関連付けを示す構成図である。基本的に回転軸ユニット X および回転軸ユニット Y はマルチプレート 17 によって回転軸体 1 が互いに直交するように取付けられる。回転軸ユニット Y には回転軸体 1 に合う支持部材を介して主望遠鏡 20 を取付け、観測目的に応じて主望遠鏡 20 には接眼部 21 a やカメラ 21 b などの観測装置 21、あるいはサブ望遠鏡 22 を取付ける。また、それ以上の増設をする場合は、主望遠鏡 20 の反対側にカメラなどの補助観測装置 23 を搭載することもできる。補助観測装置 23 を回転軸ユニット Y の回転軸体 1 上に取付けて主望遠鏡 20 とともに回転させるか、軸受ハウジング 5 の底面側の取付面 13 に取付けて回転軸ユニット X と共に回転させるかは観測目的によって使い分ければよい。

10

## 【 0 0 3 6 】

この場合、赤道儀にするには、回転軸ユニット X を赤経軸 とし、観測地の緯度に傾斜を合わせるため傾斜ユニット 18 に取付け、ピラーユニット 19 に固定する。この傾斜ユニット 18 は上面に回転軸ユニット X を揺動可能に抱持して所望角度で固定するためのフォーク状の支持腕を立設するとともに、下面をピラーユニット 19 への取り付け面とした構成よりなるものである。ピラーユニット 19 は傾斜台 18 を共有した様々な架台や観測室などに变化する。

## 【 0 0 3 7 】

経緯台にするには、回転軸ユニット X を方位軸 A とし、水平台 18 a に取付け、ピラーユニット 19 に固定する。この水平台 18 a は上面を回転軸ユニット X への取り付け面とするとともに、下面をピラーユニット 19 への取り付け面とした構成よりなるものである。

20

## 【 0 0 3 8 】

図 16 ~ 図 19 は本願発明の組み替え式天体望遠鏡において、マルチプレート 17 を中核とする支持部材の詳細を説明するための図であり、図 16 はドイツ式赤道儀を構成する場合の各部材の組み立て前の斜視図、図 17 は同じく組み立て後の斜視図、図 18 は片持ちフォーク式赤道儀を構成する場合の各部材の組み立て前の斜視図、図 19 は同じく組み立て後の斜視図である。

## 【 0 0 3 9 】

マルチプレート 17 は 2 つの回転軸ユニット X、Y 同士を互いの回転軸体 1 が直交するよう連結するための支持部材であり、偏平状の本体の一面に一方の回転軸ユニット X の天面から露出する回転軸体 1 の端面を固定可能とするとともに、他面に他方の回転軸ユニット Y の端面を固定可能とする。上記マルチプレート 17 と回転軸ユニット X、Y との固定は回転軸ユニットの取り付け面のねじ穴 t1、t2、t3 へのネジ止めにより行うが、ここではマルチプレート的一端に偏位した箇所回転軸ユニットの回転軸体 1 の端面の円状のボス 1A を嵌入可能な貫通穴 17X を、マルチプレートの表面に回転軸ユニットの前後の端面 11、12 の角状のボス 11A、12A を嵌入可能な溝 17Y を設けることにより、取り付けの際の位置決め支援と取り付け後のずれ止めを図っている。なお、前記の貫通穴 17X は図 17 に示すようにケーブル 15 の通線路や、後記する図 5 ~ 図 6、図 12 ~ 図 14 に示すように回転軸体の中空部 14 を導光路として利用する場合の連通路としても機能する。

30

40

## 【 0 0 4 0 】

図 16 ~ 図 17 においては、X 軸方向に向いた回転軸ユニット X の回転軸体 1 の端面の円状のボス 1A をマルチプレート 17 の裏面側から貫通穴 17X に嵌入して固定することにより、マルチプレートは回転軸ユニット X の回転軸体 1 に積載された状態で回転することとなる。一方、Y 軸方向に向いた回転軸ユニット Y の端面 11 の角状のボス 11A をマルチプレート 17 の表面側から溝 17Y に嵌入して固定し、上記回転軸ユニット Y の回転軸体 1 の端面を望遠鏡 20 に固定することにより、望遠鏡はマルチプレート 17 により X 方向に回転する回転軸ユニット Y により Y 方向に回転することとなる。なお、ここでは一

50

面に望遠鏡 20 の鏡筒面に沿った凹部を設け、他面に回転軸ユニット Y の回転軸体 1 の端面の円状のボス 1 A を嵌入可能な穴を設けた形状からなり取り付けアダプターを介して、回転軸ユニットの回転軸体と望遠鏡を固定している。また、マルチプレート 17 と回転軸ユニット Y の直角度と剛性を維持するために、直角三角形形状の補助ブロック 17 c の底面側をマルチプレートの表面に、同じく垂辺側を平板 17 d を介して回転軸ユニットの底面に固定している。また、マルチプレート 17 の他端には回転軸ユニット X に積載するすべてのユニットの回転バランスを取るためにバランスウエイト 17 b を取付けている。

【 0041 】

図 16 ~ 図 17 においてはドイツ式赤道儀を構成していたのに対し、図 18 ~ 図 19 においては片持ちフォーク式赤道儀を構成する。この場合、回転軸ユニット Y の回転軸体 1 に支持される望遠鏡 20 は回転軸ユニットの内側にしてマルチプレート 17 の上方に位置することになるが、回転軸ユニットのみの高さでは Y 方向に回転する望遠鏡の回転半径内にマルチプレートが入ってしまっていて衝突してしまう。そこで、ここでは上面にマルチプレート 17 の溝 17 Y と同じ幅の溝を設けるととともに、下面に回転軸ユニット Y の端面 11 の角状のボス 11 A と同形状のボスを設けた、延長ブロック 17 a を介してマルチプレート 17 の表面側に回転軸ユニット Y を取り付けている。

【 0042 】

次に、これまで列挙してきた機能によって様々な形態に組替えた本願発明の組替え式天体望遠鏡の実施例を紹介する。

【 0043 】

図 8 は、回転軸ユニット X と回転軸ユニット Y をマルチプレート 17 で接続し、マルチプレートにバランスウエイト 17 b を取付け、回転軸ユニット X を傾斜ユニット 18 に固定し、回転軸ユニット X のウオームホイール 3 の同軸上に極軸望遠鏡 25 を取付けた、ドイツ式赤道儀の事例である。本事例は主望遠鏡 20 に屈折望遠鏡を使用しているが図 16 ~ 図 17 に示すように反射望遠鏡を使用してもよい。

【 0044 】

図 9 はドイツ式赤道儀の変形であるが、マルチプレート 17 と回転軸ユニット Y を光学ブロック 28 x で連結し、回転軸ユニット Y に主望遠鏡 20 と組合わせた光学ブロック 28 y を取

付け、回転軸ユニット X・Y の中空穴 14 を導光管にして、主望遠鏡 20 の光束 29 を反射鏡 26・27 でそれぞれ直角に折り曲げ、回転軸ユニット X の軸心に接眼部 21 a を取付けたクーデ式赤道儀の事例である。この方式は接眼部 21 a が望遠鏡の動きによって移動することがないため、観測者の目の位置 36 を固定でき、例えば身体障害者などが車椅子で観望する時などに有用である。従来は非常に高価な望遠鏡なので普及していなかったが、本発明のバリエーションとして組替えれば、安価に提供できる。

【 0045 】

図 10 は、図 18 ~ 図 19 に示すように組替えたユニットを水平台 18 a でピラーユニット 19 に固定し、主望遠鏡 20 にカセグレン式反射望遠鏡を搭載した片持ちフォーク式経緯台の事例である。

【 0046 】

図 11 は、図 10 の回転軸ユニット X を傾斜ユニット 18 で傾けた、片持ちフォーク式赤道儀の事例である。またこれは回転軸ユニット Y のウオームホイール 3 の軸上に補助観測装置 23 として、デジタル 1 眼レフカメラを取付けた事例でもある。この形式は赤道儀にした場合トップヘビーのアンバランスな状態になるので、ピラーユニット 19 を設置面に強固に固定するか、図 11 のように三脚式など設置面の広いものを使用したほうがよい。

【 0047 】

図 12 は、マルチプレート 17 と回転軸ユニット Y をナスミスユニット 28 n で連結し、回転軸ユニット Y に主望遠鏡 20 と組合わせた光学ブロック 28 y を取付け、回転軸ユニット Y の中空穴 14 を導光管にして、主望遠鏡 20 の光束 29 を反射鏡 26 で直角に折り曲げ、光束 29 をナスミス焦点の補助観測装置 23 に導くナスミス式経緯台の事例であ

10

20

30

40

50



る。

【 0 0 4 8 】

反射鏡 2 7 を 4 5 度回転させて光束 2 9 をさらに直角に折り曲げ、回転軸ユニット X の中空穴 1 4 を導光管にしてクーデ焦点に結像させれば、観測装置 2 1 によって多目的な観測を行うことができる。例えば星の分光・測光観測や太陽望遠鏡による太陽面観測あるいは冷却 CCD による画像取得などを切換えて行うことが考えられる。この場合、ピラーユニット 1 9 に相当する台座は観測室を兼用してもよく、科学館や公開天文台などで威力を発揮する。

【 0 0 4 9 】

図 1 3 は、マルチプレート 1 7 と回転軸ユニット Y を光学ブロック 2 8 x で連結し、回

10

転軸ユニット Y に光学ブロック 2 8 y を取付け、回転軸ユニット X・Y の中空穴 1 4 を導光管にして、天体からの光束 2 9 を反射鏡 2 6・2 7 でそれぞれ直角に折り曲げ、回転軸ユニット X の軸心に観測装置 2 1 を取付けたヘリオスタット式経緯台の事例である。

【 0 0 5 0 】

また、図 1 4 は回転軸ユニット X を天の北極 P に向けて、防水構造の傾斜台 1 9 に取付けて建物屋上 3 6 に設置し、光束 2 9 を反射鏡 3 3 で導光穴 3 7 から階下別室に導いたドームレスヘリオスタット式赤道儀の事例である。回転軸ユニット X・Y の制御系の配線は赤経軸の回転に応じて自在に動く伸縮部 3 9 を介して、配電ボックス 3 8 に接続される。

20

【 0 0 5 1 】

ヘリオスタット式は光束 2 9 を観測装置 2 1 まで平行光で導くのが特長で、主望遠鏡 2 0 の光束 2 9 を観測装置 2 1 においてハーフミラーなどで複数本に分離し、複数の観測を同時に行うことができる。また光束 2 9 を追加の反射鏡 3 3 によって、平行光のまま別室に導けば多目的な観測システムとして利用できる。例えば太陽は光束 2 6 の照度が高く、複数に分離しても使用可能な照度を保つことができるので科学館の展示などでの利用価値が高い。

【 0 0 5 2 】

図 1 5 は、回転軸ユニットの制御回路のブロック図である。回転軸ユニット X・Y で構成する組替え式天体望遠鏡をコントロールするための 2 軸コントローラ 3 4 は制御コンピュータ 3 5 で動作するパソコンプラネタリウムなどの市販天文ソフトを使用できる。すなわち、指定した目標天体の赤経赤緯の絶対値 ( , ) を、X 軸・Y 軸パルス変換ブロックで解釈して、X 軸 ( 赤経軸 ) と Y 軸 ( 赤緯軸 ) の角度に相当するパルス量をステップモータドライバ 9 X・9 Y に与える。組替え式望遠鏡を経緯台にする場合には、赤道儀 / 経緯台モード切換を経緯台モードにする。この場合、赤経・赤緯の絶対値 ( , ) は座標変換ブロックに送られ、方位角・高度の絶対値 ( h , A ) に変換され、その値を X 軸・Y 軸パルス変換ブロックで解釈して、X 軸 ( 赤経軸 ) と Y 軸 ( 赤緯軸 ) の角度に相当するパルス量をステップモータドライバ 9 X・9 Y に与える。

30

【 0 0 5 3 】

図 2 0 は本願発明の回転軸ユニットを使用してドイツ式赤道儀とした組み替え式天体望遠鏡においてケーブルを通線した状態を示す図である。主望遠鏡 2 0 に取付けた観測装置 2 1 のケーブルあるいはサブ望遠鏡 2 2 や補助観測装置 2 3 のケーブルを回転軸ユニット X・Y の内部に通し、ピラーユニット 1 9 内を通過させて電源や各観測機材のコントローラなどに接続される。また回転軸ユニット X・Y の制御系配線も同様の経路をたどって制御装置に接続される。もし、観測者が観測しながら望遠鏡を操作する場合にはハンドコントローラ 4 0 の回線を分岐すればよい。

40

【 符号の説明 】

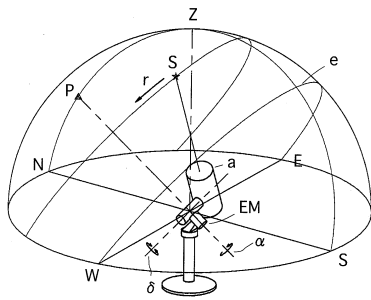
【 0 0 5 4 】

X            回転軸ユニット  
Y            回転軸ユニット

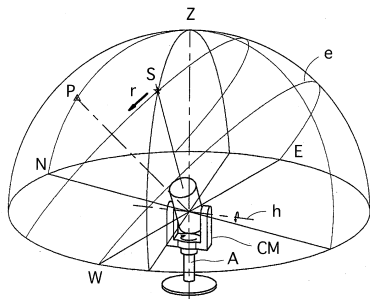
50

- 1 回転軸体
- 5 軸受けハウジング

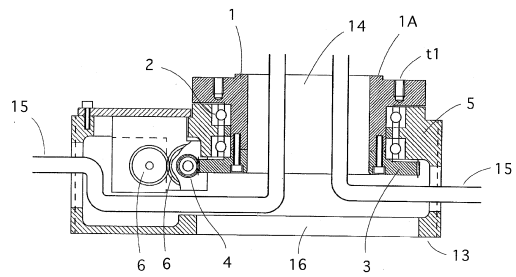
【図1】



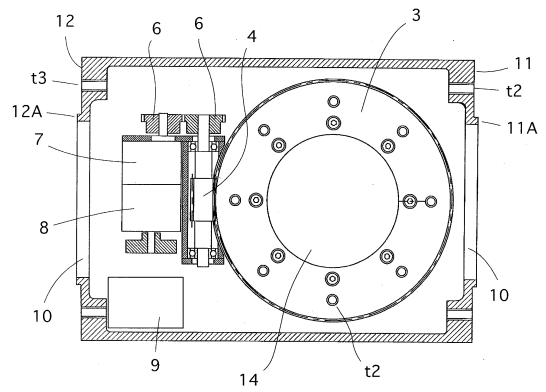
【図2】



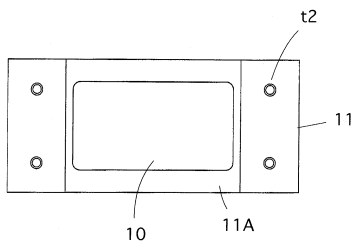
【図3】



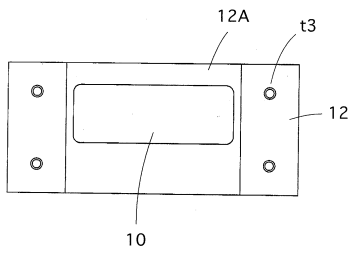
【図4】



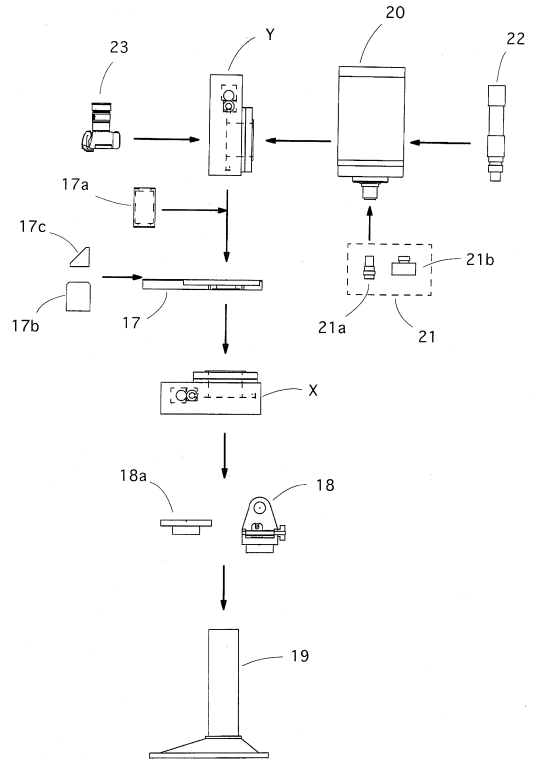
【図5】



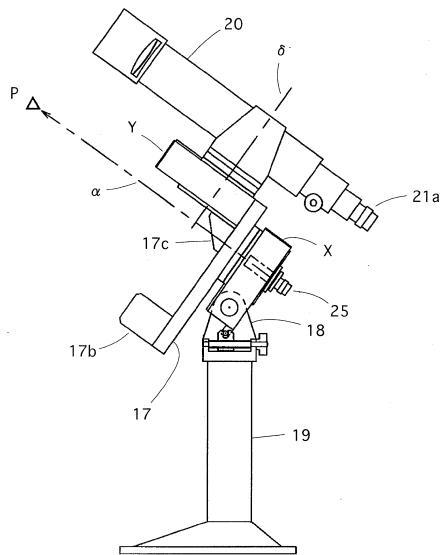
【図6】



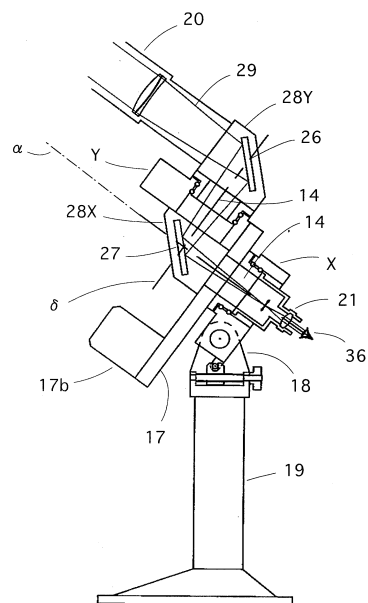
【図7】



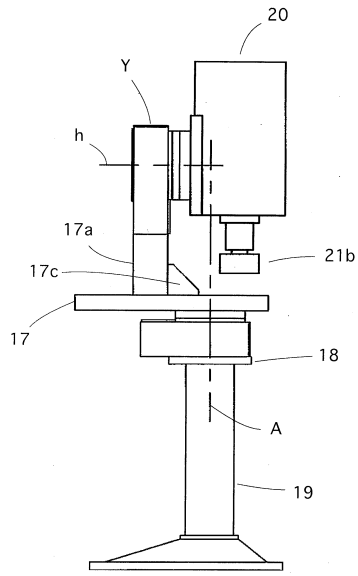
【図8】



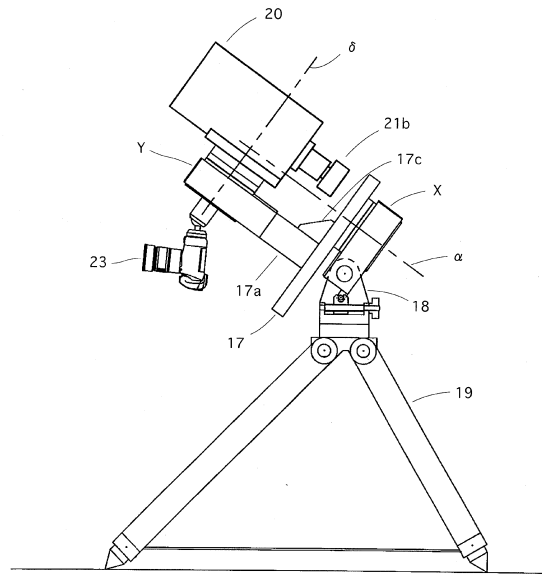
【図9】



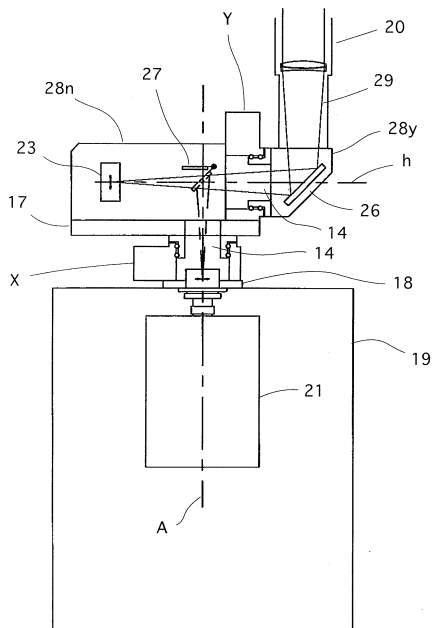
【図10】



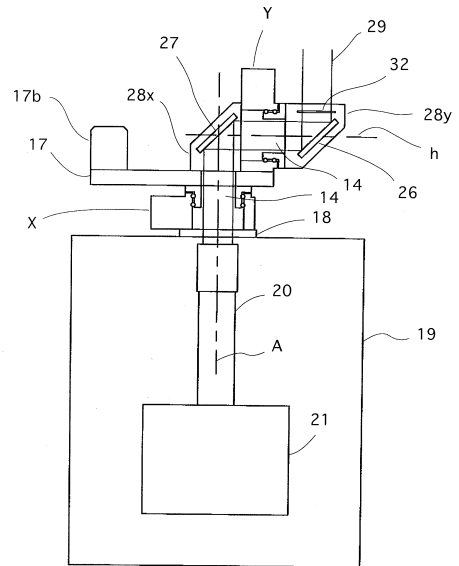
【図11】



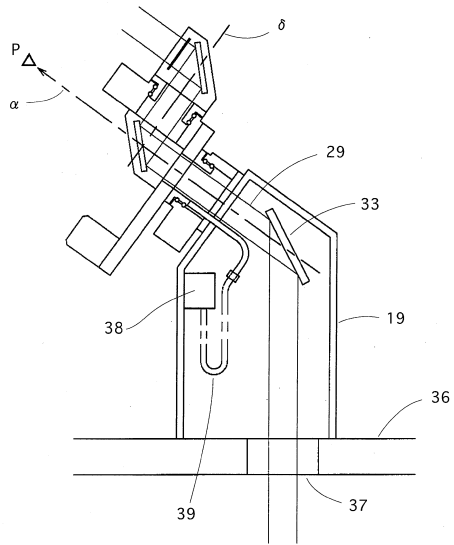
【図12】



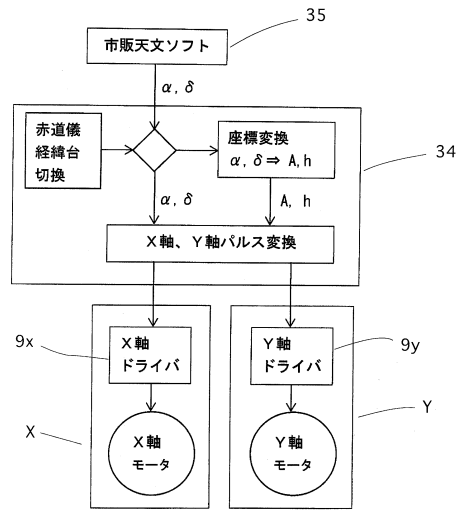
【図13】



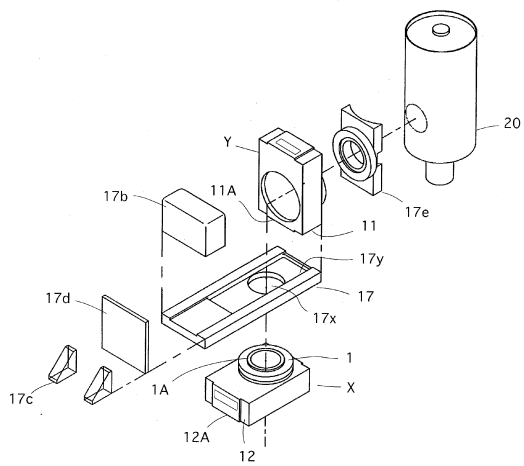
【図14】



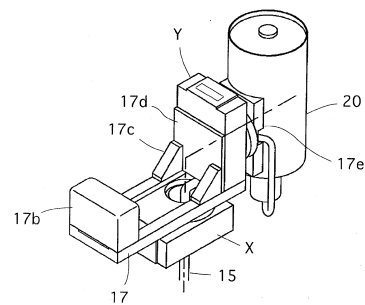
【図15】



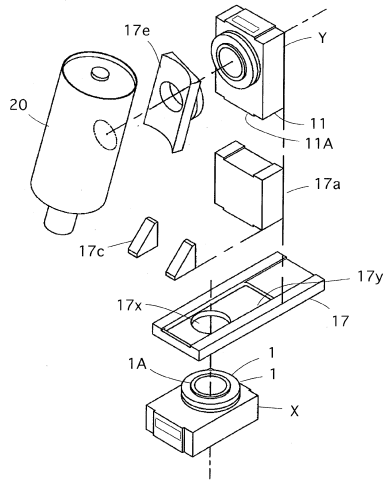
【図16】



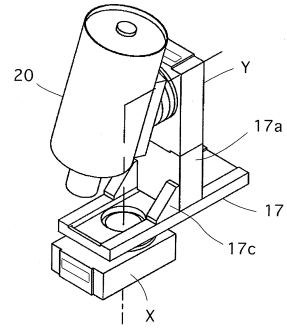
【図17】



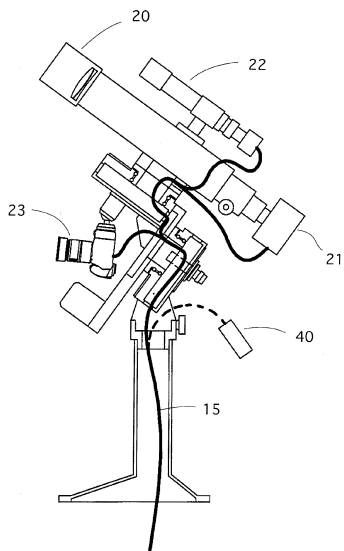
【図18】



【図19】



【図20】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭60-193573(JP,U)  
特開平10-164400(JP,A)  
特開2007-328316(JP,A)  
実開昭58-152613(JP,U)  
特開2011-008193(JP,A)  
米国特許第04682091(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 23/00 - 23/22