

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成24年4月26日(2012.4.26)

【公表番号】特表2008-508569(P2008-508569A)

【公表日】平成20年3月21日(2008.3.21)

【年通号数】公開・登録公報2008-011

【出願番号】特願2007-524876(P2007-524876)

【国際特許分類】

G 0 2 B 17/08 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 17/08 A

【誤訳訂正書】

【提出日】平成24年3月2日(2012.3.2)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部ソースからビーム軸に平行な光ビームを受取る正の屈折力を有する1次ミラーと、前記1次ミラーから反射された光ビームを受取る負の屈折力を有する2次ミラーと、前記2次ミラーから反射された光ビームを受取る正の屈折力を有する3次ミラーと、前記3次ミラーから反射された光ビームを受取る負の屈折力を有する4次ミラーと、前記4次ミラーから反射された光ビームを受取る正の屈折力を有するフィールドレンズとを具備し、

前記2次ミラーから反射された光ビームは前記4次ミラーの中に設けられた4次ミラー中央開口と、前記1次ミラーに設けられた1次ミラー中央開口とを通過し、前記4次ミラーから反射された光ビームは前記3次ミラーの3次ミラー中央開口を通過するように構成されている画像光学システム。

【請求項2】

前記1次ミラー、前記2次ミラー、前記3次ミラー、前記4次ミラー、前記フィールドレンズは全てビーム軸を中心に軸対称に配置されている請求項1記載の画像光学システム。

【請求項3】

前記正の屈折力を有する1次ミラーと、3次ミラーと、フィールドレンズとのそれぞれの正の屈折力の値に正の符号を与え、前記負の屈折力を有する2次ミラーと、4次ミラーとのそれぞれの負の屈折力の値に負の符号を与えるときそれらの屈折力の和はゼロになるように構成されている請求項1または2記載の画像光学システム。

【請求項4】

さらに、光ビームが前記フィールドレンズを通過した後に、光ビームが入射する検出器を含んでいる請求項1乃至3のいずれか1項記載の画像光学システム。

【請求項5】

さらに、光ビームが前記フィールドレンズを通過した後に、光ビームが入射する赤外線検出器を含んでいる請求項1乃至3のいずれか1項記載の画像光学システム。

【請求項6】

さらに、光ビームが前記フィールドレンズを通過した後に、光ビームが入射する赤外線検出器と、

前記検出器および前記フィールドレンズを含んでいるが、前記前記1次ミラー、前記2次ミラー、前記3次ミラー、前記4次ミラーのいずれも収納していない冷却ハウジングとを含んでいる請求項1乃至3のいずれか1項記載の画像光学システム。

【請求項7】

さらに、光ビームが前記フィールドレンズを通過した後に、光ビームが入射する赤外線検出器と、

前記検出器および前記フィールドレンズを含んでいるが、前記1次ミラー、前記2次ミラー、前記3次ミラー、前記4次ミラーのいずれも収納しておらず、そこに冷却される開口ストップを有している冷却ハウジングと、

前記冷却ハウジングの外部であるが、前記検出器の視野内である冷却されないウォームストップ構造とを含んでいる請求項1乃至3のいずれか1項記載の画像光学システム。

【請求項8】

さらに、光ビームが前記フィールドレンズを通過した後に入射する赤外線検出器と、

前記赤外線検出器および前記フィールドレンズを含んでいるが、前記1次ミラー、前記2次ミラー、前記3次ミラー、前記4次ミラーのいずれも収納しておらず、そこに冷却される開口ストップを有している冷却ハウジングと、

前記冷却ハウジングの外部であるが、前記赤外線検出器の視野内である冷却されないウォームストップ構造とを含んでおり、前記ウォームストップ構造は、前記冷却ハウジングの内部の情景をその冷却ハウジングの内部へ反射して戻すように方向付けされている反射表面を有する複数のファセットを具備している請求項1乃至3のいずれか1項記載の画像光学システム。

【請求項9】

さらに、光ビームがフィールドレンズを通過した後に、光ビームが入射する赤外線検出器と、

前記赤外線検出器および前記フィールドレンズを含んでいるが、前記1次ミラー、前記2次ミラー、前記3次ミラー、前記4次ミラーのいずれも収納しておらず、そこに冷却される開口ストップを有している冷却ハウジングと、

前記冷却ハウジングの外部であるが、前記赤外線検出器の視野内である冷却されないウォームストップ構造とを含んでおり、前記ウォームストップ構造は前記3次ミラーと前記4次ミラーとの間に延在する内部が切頭円錐形状を有し、前記ウォームストップ構造は、前記冷却ハウジングの内部の情景を冷却ハウジングの内部へ反射して戻すように方向付けされている反射表面を有する複数のファセットを具備し、接続表面がそれぞれのファセットとの間で、ファセット間に延在する接続表面およびそれら接続表面と各ファセットの間の鋭角のコーナーは前記赤外線検出器に対して可視ではない請求項1乃至3のいずれか1項記載の画像光学システム。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】望遠鏡および冷却されないウォームストップ構造を含む画像光学システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像光学システムに関し、特に赤外線検出器と共に使用するために最適化された望遠鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

センサを使用する1つのタイプの画像光学システムでは、赤外線検出器は冷却ハウジングに配置される。冷却ハウジングは検出器が効率的に動作するために必要な低温温度に検

出器を維持する。ハウジングは、赤外線検出器が開口を通して外部の情景を観察できるように、貫通した開口を有する。ほとんどのケースでは、外部の情景を検出器に画像化する光学サブシステムが存在する。光学サブシステムは、情景が検出器に画像化される時、情景の倍率を変更する望遠鏡であってもよい。多くの応用では、光学サブシステムは必要とされる光学性能との一貫性を維持しながら、可能な限りコンパクトでなければならない。

#### 【0003】

情景に加えて、画像光学システムの幾つかの構造は検出器の視野内にある。赤外線波長は熱に関係しているので、観察される構造の知覚温度は、赤外線検出器により発生される画像の品質に対して非常に重要である。冷却ハウジングの開口のような、冷却される構造の観察される部分は、赤外線検出器により発生された画像に悪影響しない。しかしながら、光学サブシステムの支持構造のような、冷却されない観察された部分は、雑音の形態として観察された画像に影響する。

#### 【0004】

この潜在的な問題に対する1つの解決方法は、赤外線検出器の視野内にある構造の少なくとも幾らかの部分を含むように冷却ハウジングを拡張することである。この解決方法は、冷却されなければならない体積を著しく増加し、ハウジングおよびその内容物が室温から冷却される速度を減少させる。検出器が最初に室温であり、動作を開始できる前に、検出器の必要とされる低温使用温度まで急速に冷却されなければならない場合、このクールダウン速度は多くの応用では非常に重要である。別の方法は軸外れの光学サブシステムを使用することである。この場合には、レンズおよび/またはミラーのような光学素子は、高い倍率であり、回転対称ではないようにしなければならない。その結果、これらは製造、整列、試験が困難で、費用がかかり、重い支持構造も必要とする。画像光学システムの寸法および質量も増加される。

#### 【0005】

このような画像光学システムに対して改良された方法が必要とされている。本発明はこの要求を満たし、さらに関連する利点を与える。

#### 【発明の概要】

#### 【0006】

本発明の方法は、赤外線センサシステムで特に有効な画像光学システムを提供し、それにおいて赤外線検出器は、動作を開始する前に、室温から超低温まで急速に冷却されなければならない。冷却されなければならない画像光学システムの量は、赤外線検出器の視野中で温暖構造の悪影響を避けながら、最小に保持され、急速なクールダウンを容易にする。1つの小さい冷却されるレンズを除いて、軸対称の光学サブシステムは冷却されない。画像光学システムのサイズおよび質量はそれによって小さいサイズに保持される。

#### 【0007】

本発明によれば、画像光学システムは、ビーム軸に平行な光ビームを外部ソースから受信する正の屈折力の1次ミラーと、1次ミラーから反射された光ビームを受信する負の屈折力の2次ミラーと、2次ミラーから反射された光ビームを受信する正の屈折力の3次ミラーと、3次ミラーから反射された光ビームを受信する負の屈折力の4次ミラーと、4次ミラーから反射された光ビームを受信する正の屈折力のフィールドレンズとを有する顕微鏡を具備している。2次ミラーから反射された光ビームは4次ミラーの4次ミラー中央開口と、1次ミラーの1次ミラー中央開口とを通過し、4次ミラーから反射された光ビームは3次ミラーの3次ミラー中央開口を通過する。

#### 【0008】

好ましくは、1次ミラー、2次ミラー、3次ミラー、4次ミラー、およびフィールドレンズは全てビーム軸を中心に軸対称である。1次ミラー、2次ミラー、3次ミラー、4次ミラー、フィールドレンズの屈折力の和は実質的にゼロであることも好ましい。

#### 【0009】

画像光学システムはまた、典型的に赤外線検出器であることが好ましい検出器を含んで

おり、その検出器上に、光ビームが4次ミラーの中央開口とフィールドレンズを通過した後、光ビームが画像化される。赤外線検出器は、検出器を含んでいる冷却ハウジング中に収納されているが、1次ミラー、2次ミラー、3次ミラー、4次ミラーはいずれも収納されていない。比較的小さいサイズおよび質量のフィールドレンズは、冷却ハウジング内に位置されることが好ましい。

#### 【0010】

冷却ハウジングの外部であるが、検出器の視野内である冷却されていないウォームストップ構造が存在することが望ましい。そのウォームストップ構造は、冷却ハウジングの内部の情景を冷却ハウジングの内部へ、特に検出器へ反射して戻すように方向付けされている反射表面を有する複数のファセットを具備している。ウォームストップ構造は、3次ミラーと4次ミラーとの間に延在するように位置されている。4次ミラーの付近のウォームストップ構造の末端部はシステム(瞳)ストップを規定している。好ましい設計では、ウォームストップ構造は、ほぼ外部が切頭円錐形であり、3次ミラー側で大きい端部であり、4次ミラー側で小さい端部である構造を有している。ウォームストップ構造は内部がほぼ、切頭円錐形のファセット形態を有し、3次ミラー側で大きい端部であり、4次ミラー側で小さい端部を有している。4次ミラーの4次ミラー中央開口は中間フィールドストップとして作用する。

#### 【0011】

別の実施形態では、画像光学システムは、光ビームが入射する赤外線検出器と、光ビームを赤外線検出器に入射するように共同して誘導する1組の光学素子と、検出器を収納する冷却ハウジングとを具備している。冷却されていない切頭円錐形のウォームストップ構造は、冷却ハウジングの外部であるが、検出器の視野内にある。ウォームストップ構造は冷却ハウジングの内部へ、好ましくは検出器へ、冷却ハウジングの内部の情景を反射して戻すように方向付けされている反射表面を有する複数のファセットを具備している。他の実施形態と共に使用される動作可能な特徴が、この実施形態と共に使用されてもよい。

#### 【0012】

光学システムの軸対称の光学設計は、光学システムの組立ておよび試験を非常に容易にする。大きい放物面の1次ミラーとおよび1次-二次ミラーの組み合わせが、ゼロ試験を使用して、製造および組立て処理期間中に容易に試験されることができ、製造プロセスを容易にする。本発明の方法は、冷却される体積が最小の赤外線画像光学システムを提供する。特に、赤外線検出器とフィールドレンズだけがその冷却ハウジングにより冷却される必要があるだけで、反射光学素子および冷却されないウォームストップ構造の両者を含む他の素子は冷却ハウジングの容積外にある。本発明のその他の特徴および利点は、例示により本発明の原理を示している添付図面を伴った以下の好ましい実施形態のさらに詳細な説明から明白であろう。しかしながら、本発明の技術的範囲はこの好ましい実施形態に限定されない。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0013】

図1は、望遠鏡22を含んでいる画像光学システム20を示しており、図2は望遠鏡22の光線路図である。望遠鏡22は、外部ソース28からビーム軸30に平行な光ビーム26を受取る正の屈折力を有する(すなわち平行な光ビームを収斂させる)1次ミラー24を有している。光ビーム26は任意の動作可能な波長であってもよいが、好ましくは赤外線光ビームである。負の屈折力を有する(すなわち平行な光ビームを発散させる)2次ミラー32は1次ミラー24から反射された光ビーム26を受取る。正の屈折力を有する(すなわち平行な光ビームを収斂させる)3次ミラー34は2次ミラー32から反射された光ビーム26を受取る。負の屈折力を有する(すなわち平行な光ビームを発散させる)4次ミラー36は3次ミラー34から反射された光ビーム26を受取る。4次ミラー36から反射された光ビーム26は正の屈折力を有する(すなわち平行な光ビームを発散させる)フィールドレンズ37を通過する。好ましくは、1次ミラー24、2次ミラー32、3次ミラー34、4次ミラー36、フィールドレンズ37の屈折力の和は実質的にゼロであり平面の最終画像を生成する。収差が存在する場合には

完全な平面の最終画像は得られないがほぼ平面の最終画像を生成することは可能である。

【0014】

1次ミラー24、2次ミラー32、3次ミラー34、4次ミラー36、フィールドレンズ37はビーム軸30を中心にして軸対称である。この軸対称を許容するために、2次ミラー32から反射された光ビーム26は4次ミラー36とシステムストップ49に設けられた4次ミラー中央開口38と、1次ミラー24の1次ミラー中央開口41を通過する。4次ミラー36から反射された後、光ビーム26は3次ミラー34の3次ミラー中央開口40を通過する。

【0015】

本発明の方法では、4次ミラー中央開口38である中間フィールドストップおよびコンパクトな構造のために4ミラー設計が選択された。フィールドストップがなく、画像化の要求を満たすことができないために、2ミラーのガウス構造は拒否された。システムの長さ、検出器アセンブリの潜在的なアクセスの難しさのために、3ミラーのア収差補正レンズは拒否された。フィールドレンズ37は、全てのぼけを除去しながら、実効的な焦点距離と後部焦点距離の要求を満たすために導入された。1次ミラー24はそのゼロ試験を可能な限り簡単にするために、放物面として選択された。光学システムの迅速な試験および組立てを容易にするために、1次ミラー24と2次ミラー32との組み合わせはまた容易にゼロ試験されることができる。本発明の設計は低い残留波面エラーおよび歪みを有する。

【0016】

望遠鏡22の好ましい形状は、光線路解析を使用して設計された。図3はこの望遠鏡22の好ましい形態の処方である。

【0017】

3次ミラー中央開口40とフィールドレンズ37を通過した後、したがって望遠鏡22を離れた後、光ビーム26は検出器42、好ましくは赤外線検出器42上に画像を形成する。赤外線検出器42とそれらの構造は他の応用において技術的に知られている。好ましい赤外線検出器42は焦点面アレイ(FPA)であり、これは光ビーム26を、画素アレイを規定する一連のサブ素子で画像化する。赤外線焦点面アレイとそれらの構造もまた他の応用において技術的に知られている。ミラー24、32、34、36、フィールドレンズ37の形態の光学素子のセットは共に、光ビーム26を検出器42上で入射するように誘導する。

【0018】

冷却ハウジング44は検出器42とフィールドレンズ37を収納している。このハウジング44はジュール-トムソンサイクル冷却装置により冷却される。ハウジング44の冷却は収納された検出器42およびフィールドレンズ37も冷却する。ハウジング44は典型的に、画像光学システム20が“不活性”状態にあるとき、最初は室温である。画像光学システム20が使用のために付勢されるとき、冷却装置45はハウジング44、検出器42、フィールドレンズ37を迅速に冷却しなければならない。ハウジング44を通して、冷却された入口窓が存在し、それによって、4次ミラー36から反射された光ビーム26は検出器42の内部に入り、フィールドレンズ37、および検出器42に入射されることができる。

【0019】

冷却ハウジング44は比較的小さい質量を有する検出器42およびフィールドレンズ37を収納しているが、1次ミラー24、2次ミラー32、3次ミラー34、および/または4次ミラー36を含む望遠鏡22の反射素子はいずれも収納しない。冷却ハウジングがこれらの比較的大きいミラー24、32、34および/または36のいずれかを収納するならば、冷却される必要のある質量は、説明した実施形態よりもずっと大きくなり、冷却装置45の所定の冷却パワーで検出器42を冷却するには長い時間がかかる。本発明の方法は最小の質量を冷却し、それによって検出器42、フィールドレンズ37、ハウジング44のみを含む質量の冷却は迅速である。

【0020】

検出器42の視野は、次に説明するウォームストップ構造のない、外部ソース28からの光ビーム26以外の迷光と呼ばれる光が入口ウィンドウ46を通過して検出器42に到達できるような視野である。迷光は外部ソース28からの関係する光ビーム26の信号に対する背景雑音と

して作用し、信号対雑音比を減少させ、したがって検出器42の信号出力のコントラストを減少させる。

【0021】

迷光の悪影響を減少するため、冷却ハウジング44の外部に位置するが、検出器42の視野内である冷却されないウォームストップ構造48が存在する。示されたウォームストップ構造48は通常、集束する切頭円錐形の外部形状（即ちコーンの切頭体）で、3次ミラー34と4次ミラー36との間に延在する。ウォームストップ構造48の内部形状もまた切頭円錐形であるが、以後説明する反射ファセットを有する。ウォームストップ構造48の切頭円錐形状は、ミラー24、34、36の寸法および配置と、ミラー24、34、36を通る開口のために必要である。図2から認められるように、3次ミラー34と4次ミラー36との間に延在するウォームストップ構造の円筒形状は、選択された円筒形の直径に応じて、3次ミラー34の一部を不明瞭にするか、または1次ミラー中央開口41の必要な寸法を通して適合しないため、動作可能ではない。望遠鏡22の形状により必要とされるウォームストップ構造48に対する切頭円錐形の外部および内部形状の選択は、以後説明するように、ウォームストップ構造48の設計に革新を必要とした。

【0022】

図4は、ウォームストップ構造38とその機能を非常に詳細に示している。ウォームストップ構造48の内部表面は、平滑で連続的な表面ではなく、代わりに接続表面52により分離された交互の複数のファセット50を具備している。ファセット50と接続表面52はビーム軸30を中心に軸対称であり、ウォームストップ構造48の外部および内部のほぼ切頭円錐形状は、4次ミラー36方向に3次ミラー34からの距離を増加して収束する。各ファセット50とそれぞれの表面52との間の内角Aは、表面52が検出器42から可視ではないように選択される。内角Aはファセット50と表面52との間の各コーナーで一定である必要はない。ファセット50と表面52との間の各鋭角のコーナー60もまた表面52のこの方向付けのために検出器42から可視ではなく、それによってその赤外線放射は可視ではない。ファセット50とそのそれぞれの表面52との間の各鈍角のコーナー62は、その赤外線放射を減少するため、小さい限定されている半径により丸み付けされる。好ましくは約10マイクロメートルの半径よりも小さいこの小さい半径は、正確度の高いダイヤモンドポイント旋削により、ファセット50と表面52を機械加工することにより実現される。鈍角のコーナー62は赤外線ソースとして作用し、小さい半径はこれらのソースの装置サイズを最小にする。

【0023】

各ファセット50は冷却ハウジング44の内部56の情景を冷却ハウジング44の内部56へ反射して戻すように方向付けされている反射表面54を有する。それらの反射表面54は好ましくは平面である。この設計の結果として、1つのファセット50から入口窓46を通して検出器42に到達する迷光ビーム58は、必然的に冷却ハウジング44の内部56の反射である。内部56は使用中は冷却されており、それ故迷光ビーム58の赤外線強度は小さい。結果として、検出器42のアクチブ表面上の任意の点で、背景を形成する迷光ビーム58の強度は小さく、それ故光ビーム26の強度は比較的大きい。表現を代えると、信号（光ビーム26）の強度対雑音（迷光ビーム58）の比は大きく、それによって検出器42は解析のため信号を効率的に提供するように機能する。接続表面52は、検出器42に対する視線から僅かにカットバックすることによって、これらが検出器42に対して可視ではないように方向付けされている。鋭角のコーナー60もまた結果として可視ではない。したがって、接続表面52から、または鋭角のコーナー60から検出器42へ反射される迷光は存在しない。少量の迷光は鈍角のコーナー62から反射するが、その迷光は、鈍角のコーナー62の物理的寸法を小さくすることによって、小さく維持される。

【0024】

本発明の特定の実施形態を例示の目的で詳細に説明したが、種々の変形および強化が本発明の技術的範囲を逸脱することなく行われることができよう。したがって、本発明は特許請求の範囲を除いては限定されない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 本発明にしたがった画像光学システムの 1 実施形態の概略図。

【 図 2 】 図 1 の画像光学システムの光線路図。

【 図 3 】 図 1 の画像光学システムの 1 実施形態の光学的処方図。

【 図 4 】 ウォームストップ構造を示している図 1 の詳細図。