

【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22年10月14日 (2010.10.14)

【公表番号】特表2002-511151(P2002-511151A)
【公表日】平成14年4月9日 (2002.4.9)
【出願番号】特願平10-520673
【国際特許分類】
 G 0 2 B 13/14 (2006.01)
【F I】
 G 0 2 B 13/14

【誤訳訂正書】
【提出日】平成22年8月20日 (2010.8.20)
【誤訳訂正 1】
【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】
【書類名】明細書
【発明の名称】アサーマル化素子を有する赤外線レンズ組立体及びアサーマル化方法
【特許請求の範囲】
【請求項 1】

1 個以上の屈折レンズを含み、赤外線放射を受光するように光軸に沿って配置され、被写体からの赤外線放射を撮像面に合焦させるように構成されているレンズ組と、

前記レンズ組と光学的に結合されるように前記光軸に沿って配置され、回折パターンを担持する赤外線透過部材を有し、所定の焦点距離を有し、及びカラー補正機能を与えるアサーマル化素子とを具え、

前記赤外線透過部材は、赤外線透過ポリマを含み、

前記回折パターンを、温度により生じる前記レンズ組の焦点距離の変化を補償し、前記被写体からの赤外線放射の撮像面への合焦を維持するように構成して、前記アサーマル化素子が前記レンズ組と同一の大きさの逆焦点シフトを有するようにした、赤外線レンズ組立体。

【請求項 2】

前記アサーマル化素子は、前記光軸に沿って固定されている、請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 3】

前記レンズ組の焦点距離は、温度上昇に応じて短くなり、

前記赤外線透過部材は、温度上昇に応じて前記回折パターンを変化させるように膨張し、

変化した回折パターンは、前記レンズ組の焦点距離の短縮を相殺するように前記アサーマル化素子の焦点距離を長くする、請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 4】

前記レンズ組の焦点距離は、温度低下に応じて長くなり、

前記赤外線透過部材が温度低下に応じて前記回折パターンを変化させるように収縮し、

変化した回折パターンは、前記レンズ組の焦点距離の延長を相殺するように前記アサーマル化素子の焦点距離を短くする、請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 5】

前記回折パターンは、前記赤外線透過部材の表面に形成されている、請求項 1 に記載のレンズ赤外線組立体。

【請求項 6】

前記回折パターンは、前記赤外線透過部材の表面に形成された一連の同心状リングを有する、請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 7】

前記回折パターンは、前記赤外線透過部材の表面に形成されたキノフォームで構成されている、請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 8】

光軸に沿って配置され、前記レンズ組及び前記アサermal化素子と光学的に結合されているカラー補正素子をさらに具え、

前記カラー補正素子は、前記レンズ組及び前記アサermal化素子の色収差を補正する回折面を有する、請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 9】

前記アサermal化素子の回折パターンは、前記赤外線透過部材の一方の側の表面に形成され、

前記アサermal化素子は、前記赤外線透過部材の反対側の表面に前記カラー補正機能を与える回折面を含む、請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 10】

前記アサermal化素子の回折パターンは、前記赤外線透過部材の一方の表面に形成され、
前記回折パターンは、前記カラー補正機能を与える回折面を有する請求項 1 に記載の赤外線レンズ組立体。

【請求項 11】

光軸に沿って配置され、撮像面を含む赤外線検出器と、

1 個以上の屈折レンズを含み、赤外線放射を受光するように前記光軸に沿って配置され、被写体からの赤外線放射を前記撮像面に合焦させるように構成されているレンズ組と、

前記レンズ組と光学的に結合されるように前記光軸に沿って配置され、回折パターンを担持する赤外線透過部材を有し、所定の焦点距離を有し、及びカラー補正機能を与えアサermal化素子とを具え、

前記赤外線透過部材は、赤外線透過性ポリマを有し、

前記回折パターンを、温度により生じる前記レンズ組の焦点距離の変化を補償し、前記被写体からの赤外線放射の前記撮像面への合焦を維持するように構成して、前記アサermal化素子が前記レンズ組と同一の大きさの逆焦点シフトを有するようにした、赤外線撮像装置。

【請求項 12】

前記アサermal化素子は、光軸に沿って固定されている、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 13】

前記レンズ組の焦点距離は、温度上昇に応じて短くなり、

前記赤外線透過部材は、温度上昇に応じて前記回折パターンを変化させるように膨張し、

変化した回折パターンは、前記レンズ組の焦点距離の短縮を相殺するように前記アサermal化素子の焦点距離を長くする、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 14】

前記レンズ組の焦点距離は、温度低下に応じて長くなり、

前記赤外線透過部材が温度低下に応じて前記回折パターンを変化させるように収縮し、

変化した回折パターンは、前記レンズ組の焦点距離の延長を相殺するように前記アサermal化素子の焦点距離を短くする、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 15】

前記回折パターンは、前記赤外線透過部材の表面に形成されている、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 16】

前記回折パターンは、前記赤外線透過部材の表面に形成した一連の同心状リングを有する、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 17】

前記回折パターンは、前記赤外線透過部材の表面に形成されたキノフォームで構成されている、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 18】

前記レンズ組が、光軸に沿って配置され、前記レンズ組及び前記アサermal化素子と光学的に結合されているカラー補正素子をさらに具え、

前記カラー補正素子は、前記レンズ組及び前記アサermal化素子の色収差を補正する回折面を有する、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 19】

前記アサermal化素子の回折パターンは、前記赤外線透過部材の一方の側の表面に形成され、

前記アサermal化素子は、前記赤外線透過部材の反対側の表面に前記カラー補正機能を与える回折面を含む、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【請求項 20】

赤外線レンズ組立体をアサermal化する方法であって、

被写体からの赤外線放射を、光軸に沿って配置した 1 個以上の屈折レンズを含むレンズ組を透過させる工程と、

前記被写体からの赤外線放射を、前記光軸に沿って配置され前記レンズ組と光学的に結合し、カラー補正機能を与える赤外線透過部材を透過させる工程と、

温度変化に応じて前記赤外線透過部材のポリマを調整し、前記赤外線透過部材の回折パターンを変化させ、温度により生じる前記レンズ組の焦点距離の変化を補償し、前記被写体からの赤外線放射の撮像面での合焦を維持する工程とを含む、赤外線レンズ組立体のアサermal化方法。

【請求項 21】

前記赤外線透過部材の回折パターンは、前記赤外線透過部材の表面に形成され、

前記回折パターンは、前記カラー補正機能を与える回折面を有する、請求項 11 に記載の赤外線撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

発明の技術分野

本発明は、一般的には赤外線装置、より具体的にはアサermal化素子を有する赤外線レンズ組立体及びアサermal化方法に関するものである。

【0002】

発明の背景

赤外線又は熱線撮像装置は、火災、機器の過剰加熱、飛行機、自動車及び人間を検出するのに用いられる。熱線撮像装置は、温度感知プロセス装置の制御にも用いることができる。熱線撮像装置において、赤外線又は熱放射は複数の熱センサにより検出することができる。熱センサは、典型的には被写体中の種々の被写体間の熱放射の差を検出し、これらの差を被写体の可視像として表示する。

【0003】

熱線撮像装置の基本的な構成要素は、一般的に被写体からの赤外線放射を集光し合焦させる光学素子、赤外線放射を電気信号に変換する複数の熱センサを有する赤外線検出器、及び電気信号を増幅し処理して可視表示を行い又は適当な媒体に記憶する電子回路を含む。熱線撮像装置にはチョッパがしばしば含まれ、赤外線放射を変調し基準信号を与える一定のバックグラウンド放射を発生させている。この熱線撮像装置の電子的処理部分は、放射信号全体から基準信号を減算して最小バックグラウンドバイアスの信号を発生させる。

【0004】

熱線撮像装置として、種々の赤外線検出器を用いることができる。赤外線検出器は、赤外スペクトルの電磁波に応答するデバイスである。これらの赤外線検出器は、冷却型と非冷却型の２種類に大別される。冷却型の赤外線検出器は、液体窒素の温度のような低温度で動作させて赤外線放射の変化に対して所望の応答性を得る必要がある。冷却型検出器は、光電子の相互作用に起因して電圧変化を発生するバンドギャップの小さな半導体を有する熱センサを用いている。この後者の効果は、内部光電効果と称されている。

【０００５】

非冷却型赤外線検出器は、バンドギャップの小さな半導体を用いることができない。その理由は、室温において暗電流がいかなる信号をも消してしまうからである。従って、非冷却型検出器は別の物理現象による影響を受けやすく、冷却型の検出器よりも感度が低いものである。一方、非冷却型検出器は、冷却型検出器のエネルギー消費を必要としないので、非冷却型検出器はポータブル用、低電力及び冷却型検出器の大きな感度を必要としない用途について好適に選択される。典型的な非冷却型検出器において、赤外域のフォトンが吸収され、吸収性素子により温度差が検出される。熱線検出器は、パイロエレクトリック検出器、熱伝対、又はボロメータを含む。

【０００６】

赤外線放射は、赤外線レンズ系により熱検出器上に合焦される。赤外線レンズの問題は、レンズの焦点距離が温度変化と共に変化することである。その結果、被写体の像は熱検出器の前方又は後方に合焦し、不鮮明な画像が形成されてしまう。

【０００７】

発明の概要

従って、当該技術分野において赤外線レンズ組立体を改良する必要がある。本発明は、従来の赤外線レンズ組立体と関連する欠点及び問題点を除去し、又は大幅に軽減するアサーマル化素子を提供する。

【０００８】

本発明においては、赤外線レンズ組立体は、１個以上の屈折レンズを含むレンズ組を有することができる。屈折レンズは、赤外線放射を受光するように光軸に沿って配置する。レンズ組は、被写体からの赤外線放射が撮像面における合焦を維持するように構成する。アサーマル化素子は、光軸に沿って配置してレンズ組と光学的に結合させる。アサーマル化素子は、回折パターンを担持する赤外線透過部材を含むことができる。この赤外線透過部材は、赤外線透過性ポリマで構成することができる。回折パターンは、レンズ組の温度変化により生ずる焦点距離の変化を補償し、被写体からの赤外線放射の撮像面での合焦を維持する。

【０００９】

一実施例において、例えば温度が上昇すると、レンズ組の焦点距離が短くなる。温度上昇に応じて、赤外線透過部材のポリマが膨張して回折パターンを変形させる。変形した回折パターンは、アサーマル化素子の焦点距離を長くし、レンズ組の焦点距離の短縮を相殺する。

逆に、温度が低下すると、レンズ組の焦点距離が長くなる。温度低下に応じて、赤外線透過部材のポリマが収縮して回折パターンを変形させる。変形した回折パターンは、アサーマル化素子の焦点距離を短くし、レンズ組の焦点距離の延長を相殺する。

【００１０】

一実施例として、カラー補正素子を光軸に沿って配置することができる。カラー補正素子は、レンズ組及びアサーマル化素子と光学的に結合することができる。このカラー補正素子は、レンズ組及びアサーマル化素子の色収差を補正する回折面を有することができる。特定の実施例において、カラー補正素子の回折面は、赤外線透過部材のアサーマル化素子の回折パターンが形成されている側と反対側に形成することができる。

【００１１】

本発明の重要な技術的利点は、改良された赤外線レンズ組立体を提供することを含む。特に、受動型のアサーマル化素子は、温度により生じるレンズ組の焦点距離の変化を補償

して、被写体からの赤外線放射を熱検出器に合焦させ続けることができる。従って、熱検出器により発生する画像は、温度変化により不鮮明になることはない。

【0012】

本発明の別の重要な技術的利点は、赤外線レンズ組立体用の比較的安価なアサーマル化素子を提供することを含む。アサーマル化素子は、回折パターンが形成されるポリマとすることができる。さらに、アサーマル化素子を、レンズ組立体内に固定することができる。従って、アサーマル化素子は、安価に製造することができると共に、レンズ組立体内に装着することができる。

【0013】

別の技術的利点は、以下の図面、発明の説明、及び請求の範囲から当業者には容易に明らかになるであろう。

【0014】

本発明及び本発明の利点を、一層明瞭に理解するため、添付図面と共に説明する。

【0015】

図1から図4を参照することにより、本発明の実施例及びその利点は最良に理解されるであろう。なお、これらの図面において同様な構成要素には同様な符号を付することにする。図1は、被写体14の熱画像を検出し、処理し及び表示する赤外線撮像システムの線図的ブロック図を示す。この撮像システム12は、火災、過剰に加熱された機器、飛行機、自動車及び人間を検出し、並びに温度感知処理装置を制御するために用いことができる。

【0016】

図1に示すように、赤外線撮像システム12は、赤外線検出器18と光学的に結合するレンズ組立体16を具える。この赤外線検出器18は、赤外放射、典型的には3～5ミクロン(0.4～0.25 eVのエネルギーを有する)又は8～14ミクロン(0.16～0.09 eVのエネルギーを有する)のスペクトル域の赤外放射を検知する。3～5ミクロンのスペクトル域は、一般的に「近赤外域」と称され、8～14ミクロンのスペクトル域は「遠赤外域」と称される。近赤外線域と遠赤外線域との間の赤外線放射は、大気吸収により通常は検出することができない。

【0017】

レンズ組立体16は、被写体14から放出された赤外線放射を合焦して赤外線検出器18の撮像面に入射させることができる。非冷却型検出器を用いる場合、レンズ組立体16と赤外線検出器18との間にチョッパ20を配置する。チョッパ20は、信号プロセッサ22により赤外線検出器18の撮像面15への赤外線画像の送出が周期的に遮断されるように制御することができる。チョッパ20は、赤外線放射を周期的に遮断及び通過させる複数の開口が形成されている回転ディスクとすることができる。

【0018】

赤外線検出器18は、入射する赤外線放射を1個以上の画像及び処理のための対応する電気信号に変換する。電気信号は信号プロセッサ22に供給され、この信号プロセッサにより電気信号から表示用のビデオ信号を形成する。前述したように、信号プロセッサ22はチョッパ20の動作と同期させることもできる。この同期により、信号プロセッサ22は、入射する赤外線放射を減算的に処理して一定の赤外線バックグラウンド放射及び時間定数ノイズの両方を除去することができる。信号プロセッサ22の出力信号は、視認、別の処理、記憶等ができるビデオ信号とする。

【0019】

このビデオ信号は、ローカルモニタ24で見ることができ、又はリモートモニタ26に供給して表示することもできる。ローカルモニタ24は、電子ビューファインダ、陰極線管等を含む接眼系とすることができる。同様に、リモートモニタ26は、テレビジョンのような電子ディスプレイ、陰極線管、或いはビデオ信号を表示することができる別の形式のデバイスとすることができる。ビデオ信号は、後で再生するために記憶媒体28に記憶することもできる。記憶媒体28は、コンパクトディスク、ハードディスクドライブ、ラン

ダムアクセスメモリ、或いは後で再生するために電子ビデオ信号を記憶することができる別の形式の媒体とすることができる。モニタ及び記憶媒体は、当該技術分野において周知であり、従ってさらに説明しないことにする。

【0020】

赤外線撮像システム12を駆動するための電力は、電源29により供給することができる。電源29は、チョッパ20、赤外線検出器18、信号プロセッサ22、及びローカルモニタ24に直接供給することができる。例えば、レンズ16を合焦させるためにモータが用いられる場合、レンズ16にも電力を供給することができる。

【0021】

図2は、レンズ組立体16の一例を示す線図である。図2に示すように、レンズ組立体16を光軸30に沿って配置して、被写体14から放出された赤外線放射を赤外線検出器18の撮像面15における合焦を維持することができる。このレンズ組立体16は、レンズ組32及びアサーマル化素子34を具えている。レンズ組32は、1個以上の屈折レンズ及び1個のカラー補正素子35を含むことができる。屈折レンズは、対物レンズ36及び集光レンズ38を含むことができる。

【0022】

通常、レンズの曲率半径は、曲率中心が光軸30に沿ってレンズの右側に位置する場合、正として規定され、曲率中心が光軸30に沿って左側に位置する場合、負として規定される。レンズは、レンズ合焦能により平行光を収束させる場合、収束性であると規定され、レンズ合焦能により平行光が虚焦点から発生するように見える場合、発散性であると規定される。さらに、レンズの側については、被写体14と対向する側は第1の側として規定され、画像面15と対向する側は第2の側として規定される。

【0023】

図2の実施例に関して、対物レンズ36及び集光レンズ38は、正の収束レンズとする。本例では、レンズ組立体16は単一視野レンズとして説明することができる。レンズ組立体16は、被写体14から放出された赤外線放射を赤外線検出器18の撮像面15に合焦できる別の形式のものとすることができる。例えば、レンズ組立体16は合焦ズームレンズとすることができる。さらに、レンズ組立体16は、本発明の範囲内において、追加のレンズ、異種レンズ、負のレンズ、及び/又は発散レンズを含むことができる。

【0024】

対物レンズ36及び集光レンズ38は、ゲルマニウム、ガリウム砒素(GaAs)、又はカルコゲナイトガラスのような赤外線透過性ガラスで形成することができる。カルコゲナイトガラスは、テキサスインスツルメンツ社により製造されたTI-1173とすることができる。さらに、対物レンズ36及び集光レンズ38は、赤外線放射を透過させることができる別の種類のガラス又は別の材料で形成することができる。例えば、レンズ36及び38は、赤外線透過性ポリマで形成することができる。好適なレンズ材料は、アサーマル化素子34及びカラー補正素子35の形状及び構造と両立する材料とすることができる。

【0025】

本発明の顕著な特徴は、アサーマル化素子34の構成にある。このアサーマル化素子34は、レンズ組立体16のアサーマル化を積極的に行い、温度変化によりレンズ組32の焦点距離に生じる変化を補償する。従って、アサーマル化素子34は、被写体14からの赤外線放射を、熱検出器18の撮像面15における合焦を維持する。

【0026】

アサーマル化素子34は、回折パターンが形成されている赤外線透過部材40で構成することができる。この赤外線透過部材40は、赤外線透過ポリマとすることができる。赤外線透過ポリマは、ポリエチレン、ポリプロピレン等とすることができる。別の赤外線透過ポリマは、米国特許第532048号及び5325586号明細書に開示されている。本発明の範囲内において、別の種類の赤外線透過ポリマを用いて、赤外線透過部材40を形成することもできる。

【 0 0 2 7 】

所定のレンズ構成及び材料、並びに所定の赤外線透過ポリマに対して、アサーマル化素子 3 4 は所望の温度範囲について以下のように構成することができる。初めに、レンズ組 3 2 の最適な熱膨張係数を決定する。

【 0 0 2 8 】

レンズ組 3 2 の最適な熱膨張係数 X_r は以下の式により計算することができる。

【 0 0 2 9 】

$$X_r = \alpha_r - \frac{1}{n_r - n_o} \left(\frac{dn_r}{dT} - n_r \frac{dn_o}{dT} \right)$$

ここで、 α_r = レンズ組の材料の熱膨張係数

n_r = レンズ組の材料の屈折率

$\frac{dn_r}{dT}$ = レンズ組の材料の屈折率の温度に対する変化

n_o = レンズ組の周囲媒質、すなわち空気の屈折率

$\frac{dn_o}{dT}$ = レンズ組の周囲媒質の温度に対する変化

【 0 0 3 0 】

例えば、T I 1 1 7 3 ガラスを 1 0 ミクロンの波長で用いる場合、レンズ組 3 2 の最適な熱膨張係数は、以下の通りである。

【 0 0 3 1 】

$$X_r = 15 \times 10^{-6} \frac{1}{2.6 - 1.0} (91 \times 10^{-6} - 2.6 (8.6 \times 10^{-7}))$$

$$X_r = -4.05 \times 10^{-5}$$

【 0 0 3 2 】

レンズ組 3 2 の最適な熱膨張係数から、次にレンズ組 3 2 の焦点シフトを所望の温度範囲で計算する。レンズ組 3 2 の焦点シフト f_r は、以下の式により計算することができる。

【 0 0 3 3 】

$$f_r = f_r \times X_r \times T$$

ここで、 f_r = レンズ組の焦点距離

X_r = レンズ組の最適な熱膨張係数

T = 所望の温度範囲

【 0 0 3 4 】

温度範囲は、2 5 と 6 5 との間の 4 0 とすることができる。アサーマル化素子は、本発明の範囲内において別の温度範囲についても設計することができる。4 0 の温度範囲及び 4 インチ (10.16 c m) の焦点距離について上述した例を続けると、T I 1 1 7 3 ガラスのレンズ組 3 2 の焦点シフトは以下のようになる。

【 0 0 3 5 】

$$f_r = 4 (-4.34 \times 10^{-5}) 40$$

$$f_r = -6.94 \times 10^{-3} \text{ インチ } (-0.17 \text{ m m})$$

【 0 0 3 6 】

従って、このレンズ組 3 2 の焦点距離は、レンズ組自体の方に向かって 0.00694 インチ (0.17mm) シフトすることになる。レンズ組 3 2 をアサーマル化するために、アサーマル化素子 3 4 は同一の温度範囲に対して同一の大きさで反対向きの焦点シフトを有する必要がある。従って、アサーマル化素子 3 4 の焦点シフトは、レンズ組 3 2 の焦点シフトに対して大きさが等しく反対向きにする。実施例の説明を続けるに、アサーマル化素子 3 4 の焦点シフトは、 $+6.94 \times 10^{-3}$ インチ (+0.17mm) とすることができる。

【 0 0 3 7 】

アサーマル化素子 3 4 の焦点距離 f_d は、以下の式から計算することができる。

【 0 0 3 8 】

$$f_d = \frac{\Delta f_d}{X_d \cdot \Delta T}$$

$$f_d = \frac{+6.94 \times 10^{-3}}{X_d \cdot 40}$$

【 0 0 3 9 】

ここで、 f_d = アサーマル化素子 3 4 の焦点シフト

X_d = アサーマル化素子の最適熱膨張係数

T = 温度範囲

【 0 0 4 0 】

前述したように、アサーマル化素子 3 4 の焦点シフト及び温度範囲は、レンズ組 3 2 に対して同一とする。次に、アサーマル化素子 3 4 の最適な熱膨張係数を決定する。アサーマル化素子 3 4 の最適な熱膨張係数 X_d は、以下の式から計算することができる。

【 0 0 4 1 】

$$X_d = 2 \alpha_d + \frac{1}{n_o} \frac{dn_o}{dT}$$

【 0 0 4 2 】

ここで、 α_d = アサーマル化素子の材料の熱膨張係数

n_o = アサーマル化素子を包囲する媒質、すなわち空気の屈折率

dn_o / dT = アサーマル化素子を包囲する媒質の温度に対する屈折率の変化

【 0 0 4 3 】

ポリエチレンポリマを用いる場合、アサーマル化素子 3 4 の最適熱膨張係数は以下の通りである。

【 0 0 4 4 】

$$X_d = 2 (68 \times 10^{-6}) + \frac{1}{1} (-8.6 \times 10^{-7})$$

$$X_d = 1.35 \times 10^{-4}$$

【 0 0 4 5 】

$X_d = 1.35 \times 10^{-4}$ を用いると、アサーマル化素子 3 4 の焦点距離は以下の通りである。

【 0 0 4 6 】

$$f_d = \frac{6.48 \times 10^{-3}}{40 (1.35 \times 10^{-4})}$$

$$f_d = 1.2 \text{ インチ (30.48mm)}$$

【 0 0 4 7 】

従って、レンズ組 3 2 について T E 1 1 7 3 ガラスを用い、アサーマル化素子 3 4 についてポリエチレンポリマを用いる場合、アサーマル化素子 3 4 は、40 ° C の温度範囲について 1 . 2 インチ (30.48mm) の焦点距離を有することができる。

【 0 0 4 8 】

アサーマル化素子 3 4 の回折パターン 4 2 は、赤外線透過部材 4 0 の第 2 の面 4 4 に形成することができる。一例として、この回折パターン 4 2 は、一連の同心状リングとすることができる。この回折パターン 4 2 は、キノフォーム面 (kinoform surface)、バイナリー面 (binary surface)、位相プレート等とすることができる。この回折パターンは、本発明の範囲内において別の方法でも形成できるものと理解すべきである。

【 0 0 4 9 】

キノフォーム面は、ダイヤモンドの針頭の回転、パターニング及びエッチング等により形成することができる。キノフォームは、位相変調が表面のレリーフパターンにより導入される回折素子である。回折光学面とすることにより、注目する光周波数の 1 波長だけ表面が正確にカットバックされ、各パターン毎にその量だけ厚さが増大するステップ関数となる。回折面についての一般式は、以下の通りである。

【 0 0 5 0 】

$$Z = \frac{(CC) * Y^{2-}}{1 + \text{SQRT}[1 - (1+K)(CC)^2 Y^2]} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} \\ + [\text{HOR}] * \left(\frac{C1Y^2 + C2Y^4 + C3Y^6}{(N1 - N2)} - \frac{\lambda}{(N1 - N2)} \right) \\ * \text{INT} \frac{[C1Y^2 + C2Y^4 + C3Y^6]}{\lambda}$$

【 0 0 5 1 】

ここで、Z は、Z 軸すなわち光軸に沿うサグ値 (sag value) であり、
Y は、半直径高さ (semi-diameter height) であり、
CC は、表面のベース曲率 (1 / 半径) であり、
K は、表面の円錐係数であり、
A , B , C 及び D は、それぞれ 4 次、6 次、8 次、及び 10 次の非球面係数であり、

HOR は、回折次数、一般的には 1 次又は - 1 次であり、

λ は、表面についての設計波長であり、

N1 は、回折面の前側の材料の屈折率であり、

N2 は、回折面の後側の材料の屈折率であり、

C1 , C2 及び C3 は、非球面位相距程 (aspheric phase departure) を規定する係数である。

【 0 0 5 2 】

キノフォーム回折面に関する別の情報は、一般的に譲渡された米国特許出願第 08 / 181263 号 (1994 年 1 月 13 出願) 明細書、名称「 INFRARED CONTINUOUSZOOM TELESCOPE USING DIFFRACTIVE OPTICS 」に開示されており、その内容は本明細書の内容に含まれる。

【 0 0 5 3 】

本発明においては、温度上昇によりレンズ組 3 2 の焦点距離が短くなる。温度上昇に応じて、赤外線透過部材 4 0 のポリマは膨張して回折パターン 4 2 を変化させる。変化した回折パターン 4 2 は、アサermal化素子 3 4 の焦点距離を長くし、レンズ組 3 2 の焦点距離の短縮を相殺する。逆に、温度低下によりレンズ組 3 2 の焦点距離を長くなる。温度低下に応じて、赤外線透過部材 4 0 のポリマは収縮して回折パターン 4 2 を変化させる。変化した回折パターン 4 2 は、アサermal化素子 3 4 の焦点距離を短くし、レンズ組 3 2 の焦点距離の延長を相殺する。

【 0 0 5 4 】

カラー補正素子 3 5 を、アサermal化素子 3 4 と集光レンズ 3 8 との間に配置することができる。このカラー補正素子 3 5 は、第 1 の側 5 0 上に形成した回折面 4 8 を有する。この回折面 4 8 は、軸方向の合焦色収差及びラテラル方向の合焦色収差を補正することができる。この回折面 4 8 は、ダイヤモンド針頭の回転、パターンエッチング等により形成したキノフォームとすることができる。

【 0 0 5 5 】

図 3 は、本発明による別の実施例の赤外線レンズ組立体 6 0 の線図である。本例では、レンズ組立体 6 0 は、被写体 1 4 から放出された赤外線放射を赤外線検出器 1 8 の撮像面 1 5 上に合焦するように光軸 6 1 に沿って配置することができる。このレンズ組立体 6 0 は、レンズ組 6 2 とアサermal化素子 6 4 とで構成することができる。レンズ組 6 2 は、1 個以上の屈折レンズ及び 1 個のカラー補正素子 6 5 を含むことができる。屈折レンズは、対物レンズ 6 6 及び補正レンズ 6 8 を含むことができる。アサermal化素子 6 4 は、回折パターン 7 2 を担持する赤外線透過部材 7 0 を含むことができる。カラー補正素子 6 5 は、回折面 7 4 を含むことができる。

【 0 0 5 6 】

図 3 の実施例の場合、レンズ組 6 2 及びアサermal化素子 6 4 は、図 2 に関連して説明したように形成することができる。カラー補正素子 6 5 の回折面 7 4 は、赤外線透過部材 7 0 の第 1 の側 7 6 に形成することができる。従って、カラー補正素子 6 5 の回折面 7 4 は、アサermal化素子 6 4 の回折パターン 7 2 と対向する。

【 0 0 5 7 】

図 4 は、本発明による別の実施例の赤外線レンズ組立体 8 0 の線図である。この実施例では、レンズ組立体 8 0 を光軸 8 1 に沿って配置し、被写体 1 4 から放出された赤外線放射を、赤外線検出器 1 8 の撮像面 1 5 に合焦させることができる。このレンズ組立体 8 0 は、レンズ組 8 2 とアサermal化素子 8 4 とで構成することができる。レンズ組 8 2 は、1 個以上の屈折レンズ及び 1 個のカラー補正素子 8 5 を含むことができる。屈折レンズは、対物レンズ 8 6 及び補正レンズ 8 8 を含むことができる。アサermal化素子 8 4 は、回折パターン 9 2 を担持する赤外線透過部材 9 0 を含むことができる。カラー補正素子 8 5 は、回折面 9 4 を含むことができる。

【 0 0 5 8 】

図 4 の実施例に関して、レンズ組 8 2 及びアサermal化素子 8 4 は、図 2 に関連して説明したように形成することができる。アサermal化素子 8 4 の回折パターン 9 2 は、カラー補正素子 8 5 の回折面 9 4 を含むことができる。従って、回折パターン 9 2 は、被写体 1 4 からの赤外線放射を撮像面 1 5 に合焦させると共に、軸方向の合焦収差及びラテラル方向の合焦収差を補正することもできる。

【 0 0 5 9 】

数個の実施例に基づいて本発明を説明したが、当業者にとって種々の変形や変更が想到できる。本発明は、添付した請求の範囲内においてこのような変更や変形を含むものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 0 】

【 図 1 】 本発明によるアサermal化素子を有するレンズ組立体を具える赤外線撮像装置の

ブロック線図である。

【図 2】図 1 のレンズ組立体の実施例を示す線図である。

【図 3】図 1 のレンズ組立体の別の実施例を示す線図である。

【図 4】図 1 のレンズ組立体のさらに別の実施例を示す線図である。