



The Optical Engineering Experts®

POWERD BY OPTEST®ソフトウェア

レンズ温調測定用サーマルモジュールシリーズ



OpTest®レンズ測定システムLP-1000レンズプラットフォームにTM-1150サーマルモジュールを取り付けた状態

サーマルモジュールシリーズは米国にて特許出願中です。

レンズの性能は温度変化に敏感です。

カメラシステムが様々な温度にさらされた場合、温度依存に対する設計が適切にされていないと、画像性能に大きな影響を与える可能性があります。車載用レンズメーカーや関連事業者にとって、温度変化に対応できるカメラの必要性は特に重要であり、そのアプリケーションはカメラ画質の安全基準を満たすために厳しい性能と熱処理を要求されます。このようなカメラの普及に伴い、幅広い温度範囲でのレンズ試験に対する需要が高まっています。

Optikos社は数年にわたり、Optikos IQ Labo™で提供する測定サービスのメニューを拡大する一環として、レンズの温調測定に使用する技術を改良してきました。主力製品であるOpTest® および LensCheck™ レンズ測定システムのアクセサリとして、レンズ測定用サーマルモジュール TM-1000サーマルモジュールシリーズを発売いたします。

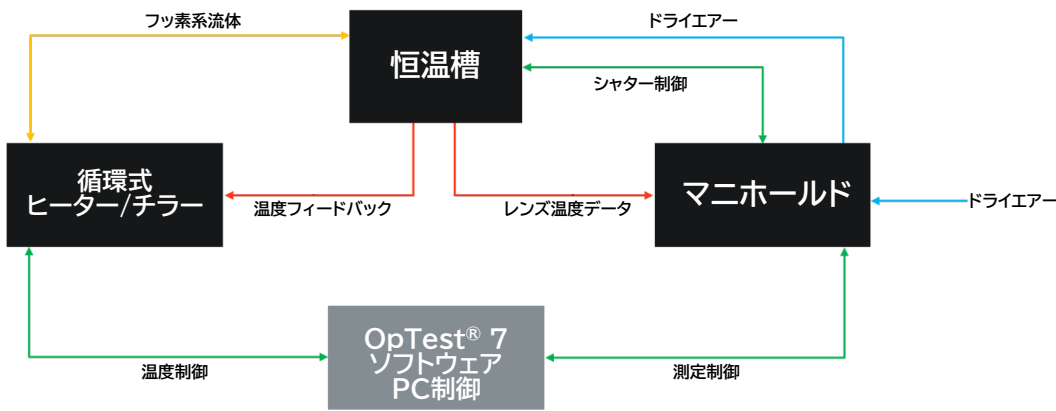
サーマルモジュールは、種々の温度とレンズの形状やサイズに対応した測定が可能です。

サーマルモジュール温度チャンバーは、可視画像解析装置を備えたオプテストベンチやレンズチェックシステムの回転式プラットフォームに、通常のレンズマウントの代わりに使用されます。TM-1000シリーズは、可視光域で動作するレンズの温度に対する幅広い画質指標の測定を可能にします。

サーマルモジュールのラインアップは、恒温槽の内径が150mmタイプのTM-1150、50mmタイプのTM-1050、これら2つのモデルで構成されています。TM-1050は、LensCheckテストベンチで比較的小型の撮像用自動車カメラレンズのテストを行うことを目的としており、TM-1150は大型のLIDARタイプレンズや大型ハウジングに取り付けられたり大きな窓が付いた撮像レンズの測定に使用されます。

システム構成

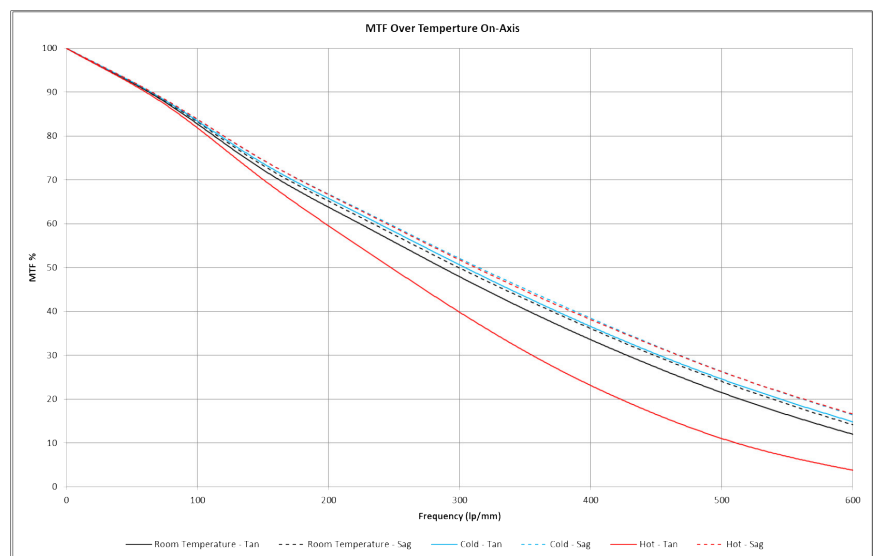
サーマルモジュールシステムには、循環式チラー/ヒーター、マニホールド、レンズが搭載されるサーマルチャンバーの3つの主要コンポーネントで構成されています。3つのサブシステムをつなぐホースは絶縁されています。循環式チラー/ヒーターはフッ素系流体の温度を制御し、サーマルチャンバー内の熱交換器の壁を通過するように作動流体を送り出す役割を担っています。マニホールドは、チャンバーへの乾燥空気または窒素の流量を調整し、測定中のシャッターを制御します。また、マニホールドは、レンズハウジングに直接取り付けられた1つまたは複数の白金抵抗温度計プローブにより、測定対象レンズの温度を連続的にモニターします。サーマルチャンバーは回転式プラットフォームに取り付けられ、循環式チラー/ヒーターとマニホールドに温度をフィードバックします。この3つのコンポーネントは、LensCheckまたはOpTestテストベンチに付属するOpTest 7ソフトウェアとのインターフェースも備えています。



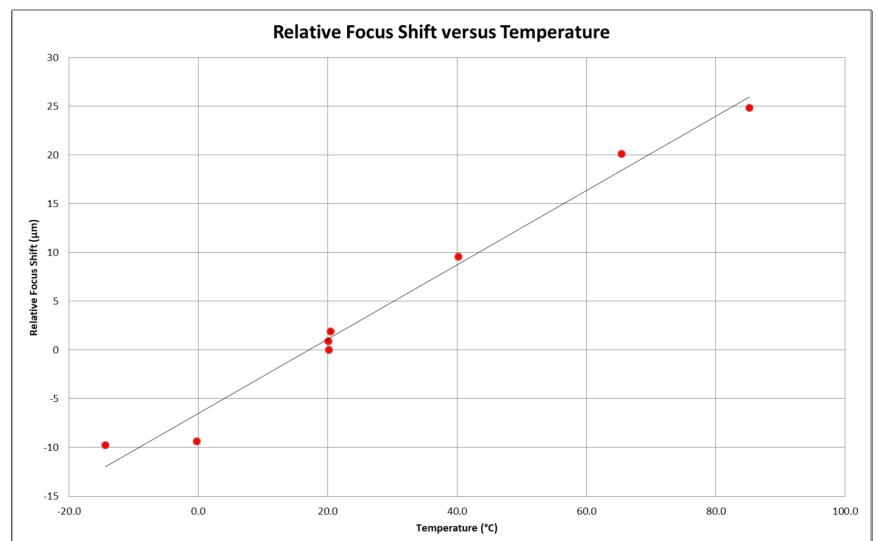
3つの主要コンポーネントがOpTest 7ソフトウェアで制御され、温調測定を実行します。

温調測定

温調測定を行う際、通常注目されるレンズパラメータは2つあります。それは、画質と、レンズの取り付けフランジから像面までの距離であるフランジ焦点距離(FFL)です。画質の問題は、最適な焦点面を見つけ、その面におけるレンズの空間周波数特性(MTF)を測定することで解決されます。MTFの温度に対するプロットの例を右に示しますが、測定対象レンズの性能は高温で明らかに劣化しています。



フランジ焦点距離(FFL)は、この最良焦点面からレンズのマウントフランジまでの距離を測定したものです。ここではFFLの温度変化、すなわち最良焦点面の相対的な移動を測定するアプローチをとっており、必ずしもFFLそのものを測定しているわけではありません。温度に対するフォーカスシフトのプロット例を右に示しますが、この測定対象レンズでは、全動作温度範囲において像面は35ミクロン移動しています。ここで注意しなければならないのは、レンズはカメラ筐体の熱運動を打ち消すために、温度によって特定の(ゼロではない)フォーカスシフトを持つように設計されることが多く、温度による大きなフォーカスシフトは異常なものではないことです。



温度に対する一般的な測定値の例 - 画質(MTF)とフランジ焦点距離の変化

サーマルチャンバーの使用と設計上の注意点

軸ずれ検査への対応

レンズの全視野を測定するためには、一般的に測定対象レンズの前面をチャンバー窓の近くに設置することが望ましいとされています。これにより、軸外の急角度での入射ビームがチャンバーの開口部によりケラれるのを緩和することができます。長さの異なる大型レンズでは、TM-1150の拡張可能な温調システムの革新的な設計によって、この条件を達成する問題が解決されます。

測定対象レンズの長さに合わせるために、セルにセグメントを追加したり、取り外したりすることができます。追加された各セグメントは、剛性断熱材の外輪と、フッ素系流体用の螺旋状チャンネルを組み込んだ内側の温調システムを含み、それによって流体が二重螺旋経路に沿ってセルの全長を通し、循環する際に熱の均一性を確保します。温調システムの光入射の端は、熱絶縁性を向上させるため、空間が取られた一対の精密石英窓からなる二重ガラス窓で囲まれ、筐体のもう一方の端には、レンズマウントが配置されています。

TM-1050の恒温槽は、自動車用レンズの一般的なサイズに対応するため、30mmの固定長を採用しました。

結露対策

レンズが周囲の露点以下に冷却された場合、室内の空気にさらすと、最後の光学面に結露や霜が発生します。測定中は、レンズ上に窒素またはドライエアーを低流量で流すことにより、セル内の圧力を正圧に保ち、この影響を防ぐことができます。窒素またはドライエアーは、温調システムを通過し、窓側の端で恒温槽に流入されます。その後、測定対象レンズの上を流れ、恒温槽の像側で排出されます。

窓をつけると球面収差が発生するため、レンズの像側には窓をつけていません。ただし、カバーガラスの効果を再現するために、適切な厚さの窓が必要な場合は例外となります。測定と測定の間に、レンズ上のドライエアーの流量を増やすと、レンズマウントを通る伝導に加えて、強制対流の熱伝達経路ができるため、温度変化を加速させることができます。

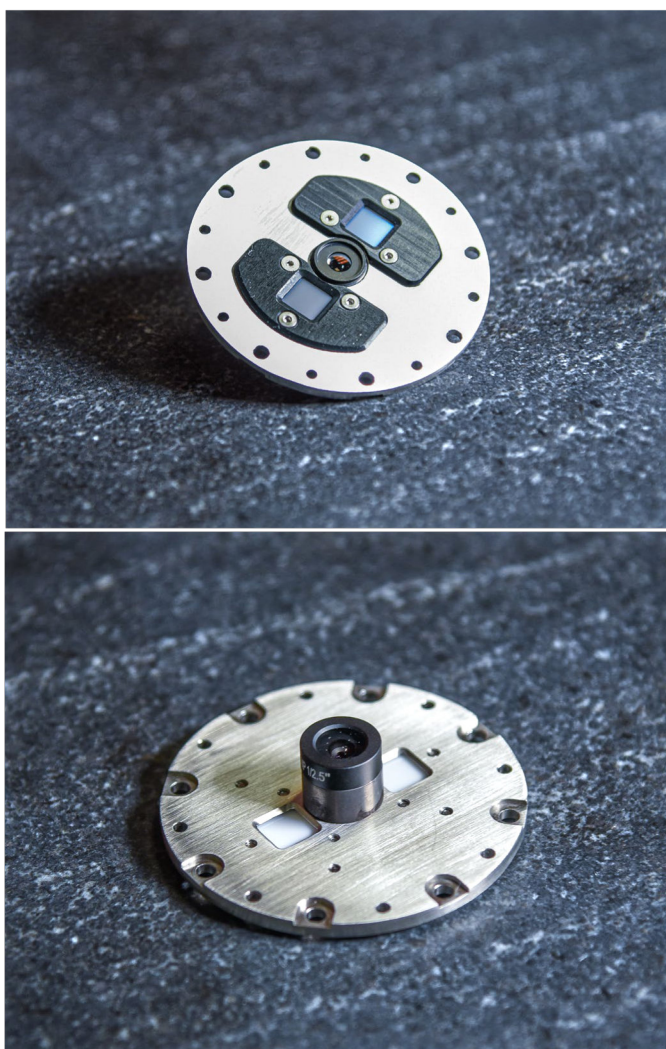
恒温槽のイメージ側には電動サーマルシャッターを内蔵しています。このシャッターは、レンズが熱平衡に達するまでチャンバーの端を閉鎖する役割を果たし、その後、測定に必要な時間だけ自動的に開放されます。

レンズマウント

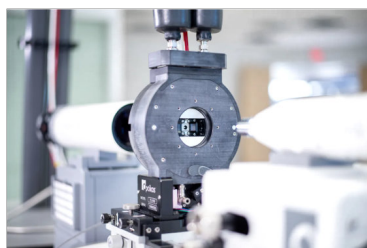
レンズマウントは、温調システムから測定対象レンズへの主要な熱伝導経路で、フランジ焦点距離測定の基準面となる重要な2つの役割を担っています。レンズマウントは、架台とレンズ装着部の2つのパーツで構成されています。架台はサーマルモジュールと一緒に提供され、温調システムの端に直接接続します。レンズ装着部は、特定のレンズのためにカスタム設計されることが多く、測定対象レンズを取り付け、架台に接続します。レンズのフランジ焦点距離の変化を測定する必要がある場合、イメージアナライザーに近い側をフランジ自体の代わりに基準として使用できるように、低膨張合金(インバーなど)からレンズ装着部を製造することが一般的です。

各温度ポイントで、画像解析顕微鏡の焦点を挿入部の表面近くに合わせ、次にレンズの像面に合わせ、その間の距離を記録します。この寸法にはレンズ装着部の厚みが含まれるため、フランジ焦点距離ではありませんが、インバーの厚みの変化は無視できるほど小さいと仮定しているため、同じ熱変化を持ちます。レンズ装着部は、カメラのセンサーにレンズを取り付けるための実際の構造物やハウジングを搭載するように設計することもでき、その場合、マウントの後面を画像解析装置で基準として使用することができます。

TM-1050の新機能として、裏面照射型クロームガラスレチクルをレンズ装着部の外面に内蔵しました。この機能により、OpTest 7ソフトウェアを使用して、温度によるFFLの変動を自動的に測定することができます。レチクルは、レチクル表面とインバー装着の外面が同一平面になるように、保持プレートに対してスプリングで取り付けられています。照明には、恒温槽内に設置されたLEDを使用し、FFLの変動測定に必要なときだけ点灯させることができます。



TM-1050 レンズ装着治具に取り付けられた背面照明付きクロームガラスレチクルにより、自動FFL変動測定が可能になります。



サーマルチャンバー恒温槽仕様

項目	TM-1050	TM-1150
テストベンチ	OpTest® レンズテストベンチ [‡] LensCheck VIS	OpTest® レンズテストベンチ [‡]
波長範囲	可視-近赤外、画像解析装置VI1000 シリーズおよびレンズチェックVISIに対応	可視-近赤外、画像解析装置VI1000 シリーズに対応
内部直径	50mm	150mm
窓枠の開口部	47mm	100mm
熱交換部幅	該当なし 固定チャンバーの深さ 30mm	15mm
チラー/ヒーター	Julabo Presto A40	Julabo Presto A40
使用環境温度	10~30℃	10~30℃
熱流体	ガルデンHT-160熱流体	ガルデンHT-160熱流体
電源	208V/60HZ/15Z (米国) (海外向けオプションあり)	208V/60HZ/15Z (米国) (海外向けオプションあり)
レンズへの最高温度	105℃	105℃
レンズへの最低温度	-25℃	-20℃

[‡] アダプターが必要です。



Optikos®

The Optical
Engineering Experts®

米国ボストンにあるOptikos社は、レンズやカメラシステムを測定するための計測機器とサービス、そして光学ベースの製品開発のためのエンジニアリングデザインと製造を行っています。Optikos社の標準製品はあらゆる産業や用途に適しています。お客様の特定のニーズに合わせたカスタム製品の設計も承っています。

日本総代理店
旭光通商株式会社
www.kyokko.com

DATE OF ISSUE : 02.25.2020