TEMセミナー

レンズの測定評価

禁複製

2026年3月25日(水)

チームオプト株式会社
丸山 晃一

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

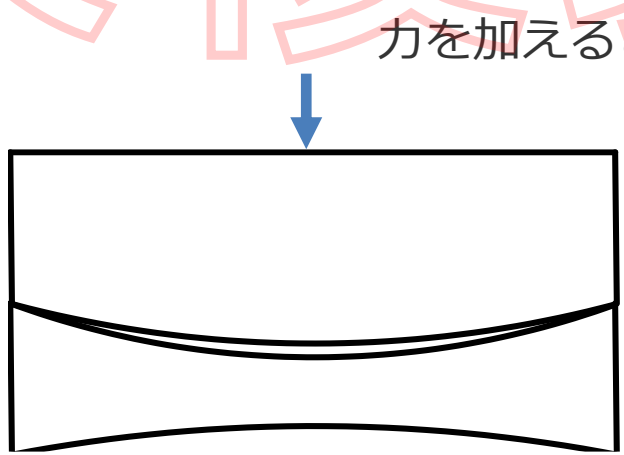
面形状誤差

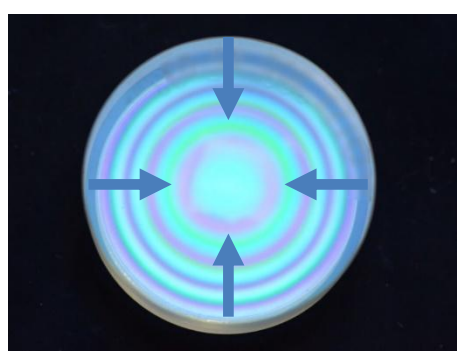
- ニュートンリングの観測

スライドガラスのような平面を2枚重ねた時はすぐに干渉縞が見えますが、曲面の場合 同じ r の凹面と凸面をただ重ねあわせても 縞はなかなか見えません。実際のニュートンリングの観測は、レンズ有効面全体の縞が同時に見え、色による縞本数の違いが少なく縞数が読みやすいよう、単色に近いフィルターをかけた蛍光灯のような面積のある光源を使います。

無断複製禁

加工面の内側が高いか低いかは 原器を加工面に押しつけるようにした時に 縞が広がる(内側が高い)か 内側に集まる(内側が低い)かでわかります。





Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

面形状測定

- 面の精度
  面の精度には「形状」と「面粗さ（面粗度）」　二つがあります。

- 形状
  光の屈折はレンズ面の傾きで決まるので、滑らかな形状の誤差（面の傾き誤差）はいわゆる収差として点像のふくらみをもたらします。球面の場合はニュートン原器による測定 干渉計による測定ができますが、非球面の場合は精密 3次元測定をおこないます。

- 表面あらさ
  微小領域の形状誤差である表面あらさは、散乱による光量損失、引目（成形のための金型の加工痕）による回折光（分光されたゴースト）などとなって像品質を低下させます。　研磨時間の短縮、金型加工の問題発見などのために表面あらさの状況把握が必要です。

  設計ソフトウエアで公差設定評価できるのは形状誤差です。

禁複製

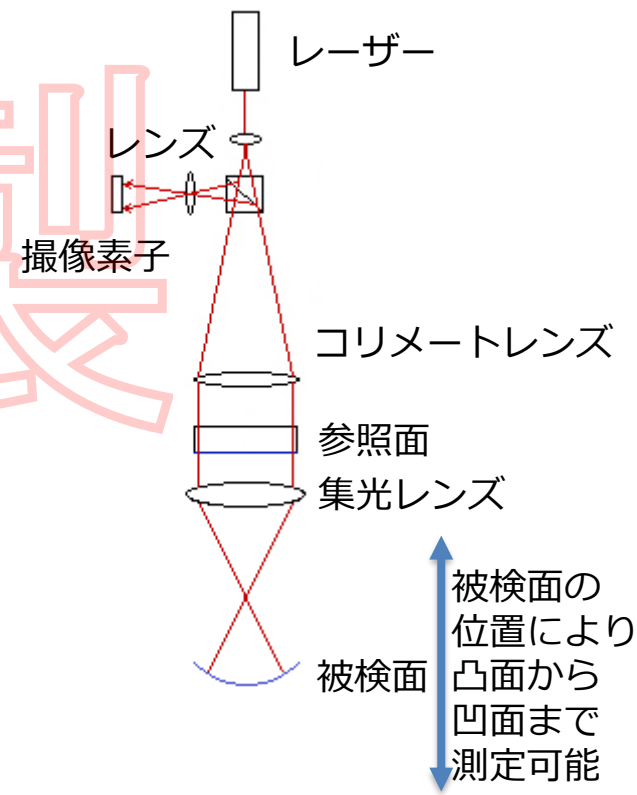
Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

面形状測定

- 干渉計による面形状の測定

集光レンズを加え1点に集まる光を作り、被験球面の中心と一致させることで球面の形状エラーを測定する系ができます。大きな凸面を測定するには大きな干渉計が必要になります。

ここで集光レンズを被験レンズに交換し、被験面を面精度の良好な反射球面にするとレンズの結像性能透過波面収差を測定する系になります。

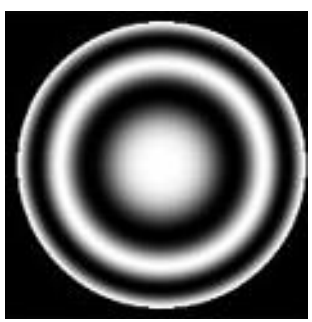


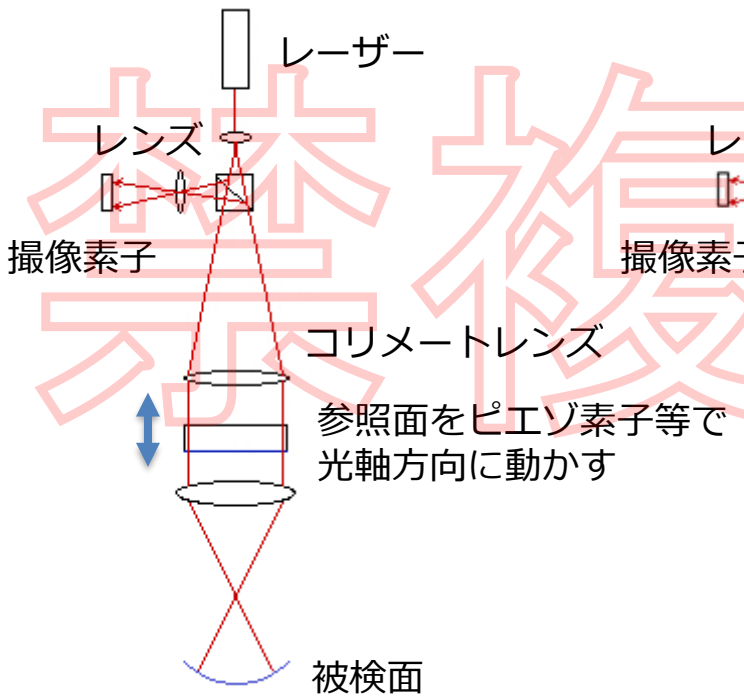
禁複製

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

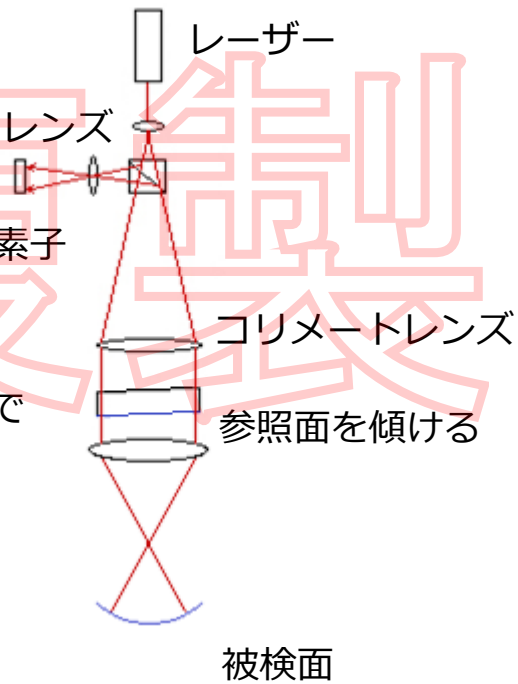
干渉縞解析

- 干渉計　数値化のために

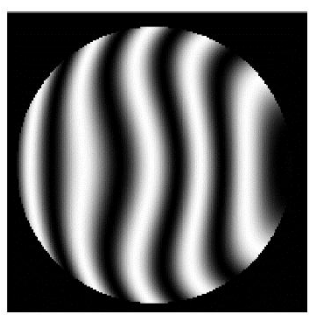




位相シフト法



キャリア法



禁複製

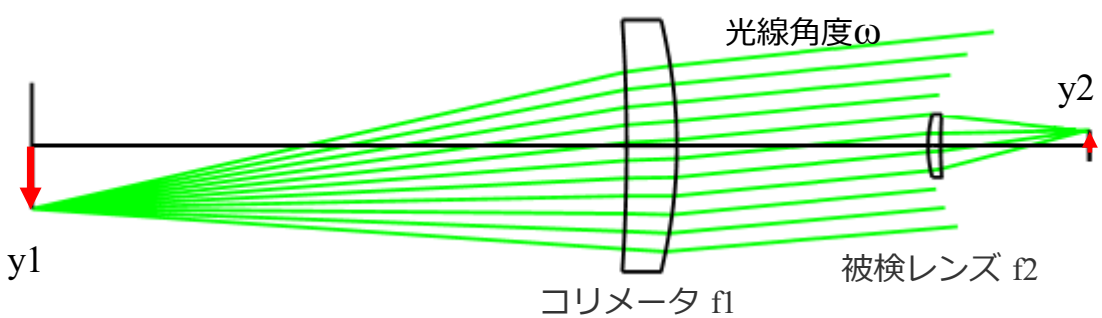
Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

焦点距離

- 焦点距離のばらつき
  焦点距離は r d n のばらつき、ズーム調整などによって変化します。ほかの性能が出ているのに焦点距離の誤差が大きくて困るということは あまり起こりません。

- 焦点距離の測定
  焦点距離の定義は、「平行光束を入射させた場合の、主点から集光点までの近軸の距離」です。主点自体が直接測定できないものなので、焦点距離も測れそうで測りにくいものです。
  レンズに収差があると値に誤差はでますが、コリメータとチャートを使って結像倍率で測る倍率法は比較的簡単で短時間で測定できます。

禁複製



$y1 = f1 \cdot \tan\omega$
$y2 = f2 \cdot \tan\omega$

$f2 = y2 / \tan\omega = f1 \cdot y2/y1$
これでも歪曲が大きいレンズの測定は・・・

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

MTF

- MTF (Modulation Transfer Function) の変動

  MTFは面精度、屈折率誤差、偏心、表面粗さなど多くの原因で低下します。MTF測定により製品仕様を満足するかのチェックを定量的に確実に行えます。画角に対する性能の変化、非点隔差等の多くの情報が得られ、レンズのどこに問題があるかを知るのに役に立ちます。ただし、通常の使用法では白色での評価値を出すので、色収差が原因で性能が低下している場合などは原因がわかりにくくなります。

- MTF測定器



以下のTRIOPTICS社HPより引用
http://www.trioptics.jp/

MTF測定法には
矩形波テストパターンを撮影して正弦波コントラストを求める矩形波チャート法、
スリットを撮影して得たLSFをフーリエ変換するスリット法、
エッジを撮影して得られたエッジ像を微分しLSFを求め、それからMTFを求めるエッジ法　　があります。

禁複製

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

外景撮影

- 実使用で問題になるかを確認します。

  実写は被写体の明るさと不要光の色 明るさを比較できるので、シミュレーションでは判断しにくい対策の必要性確認に有効です。

  絞り羽根の回折は設計ソフトウエアでは評価しにくい物の一つです。

無断複製





絞り羽根で開口を制御している場合、開放以外の絞りでは開口は丸ではなく、多角形になります。そのため強い光源のまわりには絞りのエッジによる回折光が広がります。絞り羽根数が奇数の場合は羽の数の二倍、偶数の場合は羽の数の光芒が出ます。

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.