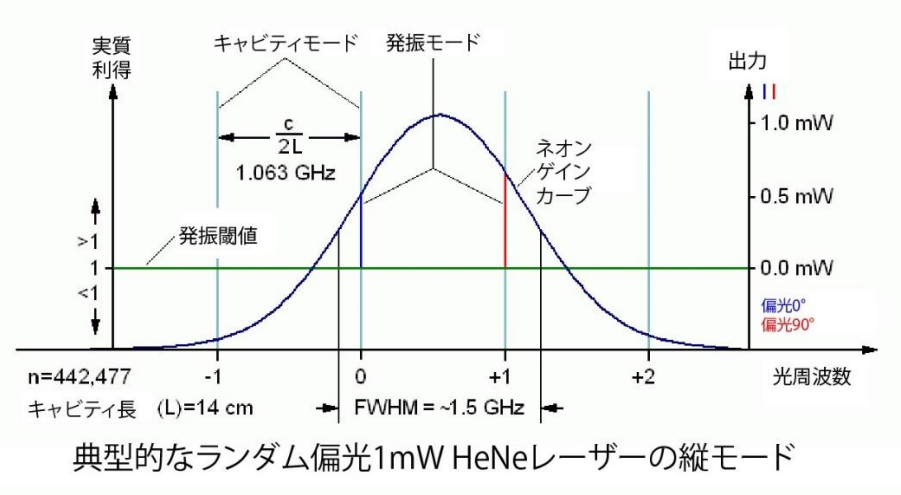
④ 趣味の干渉計はどうですか？

干渉法の原理を実証するものを構築することは、それほど難しいことではないかもしれません（以下のコメントを参照）。ただし、有用な干渉計ベースの測定システムを構築することは別の問題になる可能性があります。

そこで、ガレージセールで手に入れた精密測定システムを CNC マシニングセンターに追加したり、故障したすべてのハードドライブのサーボトラックを書き換えたりしたいと考えるかもしれません。😊 Agilent 社の製品、つまり超高額製品（少なくとも数万ドル）を見たことがあれば、これを行うのが少し難しいかもしれないことは驚くべきことではありません。「干渉法と干渉計の基礎」の節で説明したように、高品質（そして高価な）周波数安定化シングルモード HeNe レーザーがよく使用されます。Sam's Laser FAQ – Laser Instruments and Applications (repairfaq.org) これらのいずれかを持たない家庭での使用の場合は、高出力の長いものよりも、短いランダム偏光管（たとえば、5 インチまたは 6 インチ）を備えた短い HeNe レーザーの方が適しているでしょう。これは、2 本の縦モードのみがアクティブになる可能性があり、それらはアクティブになる可能性があり、そしてそれらはミラーコーティングのわずかな複屈折によって固定された安定した配向で直交偏光されます。チューブが加熱すると、偏光モードは 2 つの方向の間を行ったり来たりしますが、チューブが温まって安定した後は、かなりの時間にわたって一定のままになります。「安価な自作周波数または出力安定化 HeNe レーザー」の節も参照してください。 Sam's Laser FAQ – Home-Built Helium-Neon (HeNe) Laser (repairfaq.org)

安定化 HeNe レーザーの一例（Pacific Lasetec 社製 05STP912）

5 インチ長のランダム偏光 HeNe チューブの一例



典型的なランダム偏光1mW HeNeレーザーの縦モード

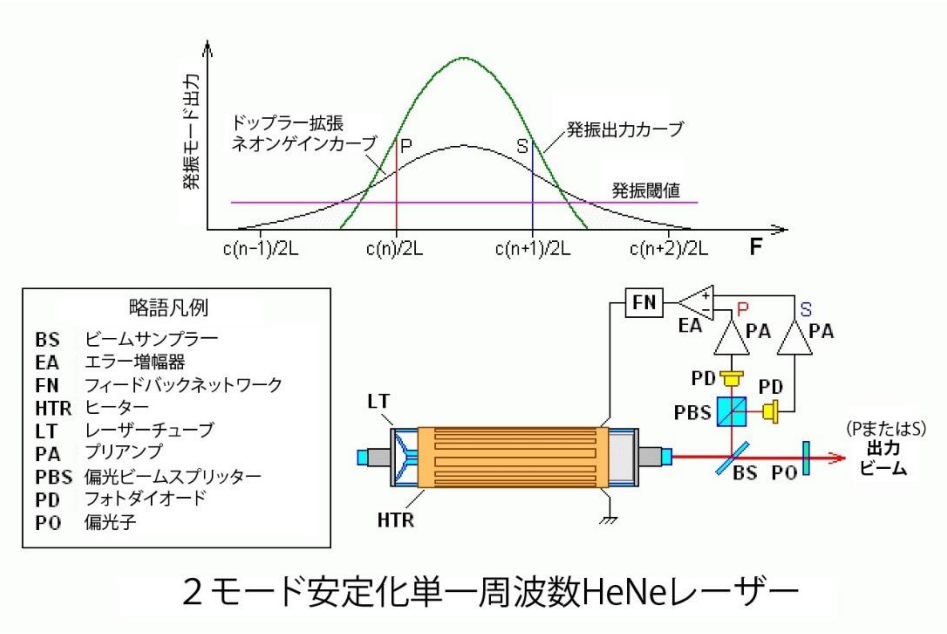
1mW ランダム偏光 HeNe チューブのモードの模式図（直交関係にある2本の縦モードだけがエンベロープ内に立っている）

安価なレーザーダイオードの問題は、ほとんどのコヒーレンス長が数 mm の範囲にあり、多くの用途に必要な数 cm やメートルではないことです（ただし、「干渉用の CD プレーヤーまたは CDROM ドライブからのピックアップを使用できますか?」の節を参照してください）。 Sam's Laser FAQ - Laser Instruments and Applications (repairfaq.org) 例外もあるかもしれません（「安価なレーザー ダイオードを使用した干渉計」の節を参照）と、明らかに新しいより短い波長（例: 640～650 nm）のレーザーポインターは古いレーザーポインターよりもはるかに優れていますが、安価でコヒーレンス長の長いレーザーダイオードが見つかるかどうかはわかりません。一般的なレーザーダイオードをテストしたときに適切なビーム品質があることがわかったとしても、温度や使用の変化に対して必要な安定性が得られるとは考えられません。 Sam's Laser FAQ - Laser Instruments and Applications (repairfaq.org)

5mW 出力のレーアーダイオードの一例

670nm 発振のレーザーポインター

干渉計ベースの測定システムに必要な検出器、フロントエンド電子機器、および処理は簡単ではありませんが、技術的にもコストの面でも大きな障害にはならないでしょう。ただし、レーザー、光学系、マウントを使用すると、コストが簡単に上昇する可能性があります。また、10 ドルの HeNe レーザー管を使用することは可能かもしれませんが、安定化が完了するまでに、かなりの労力と費用がかかる可能性があります。

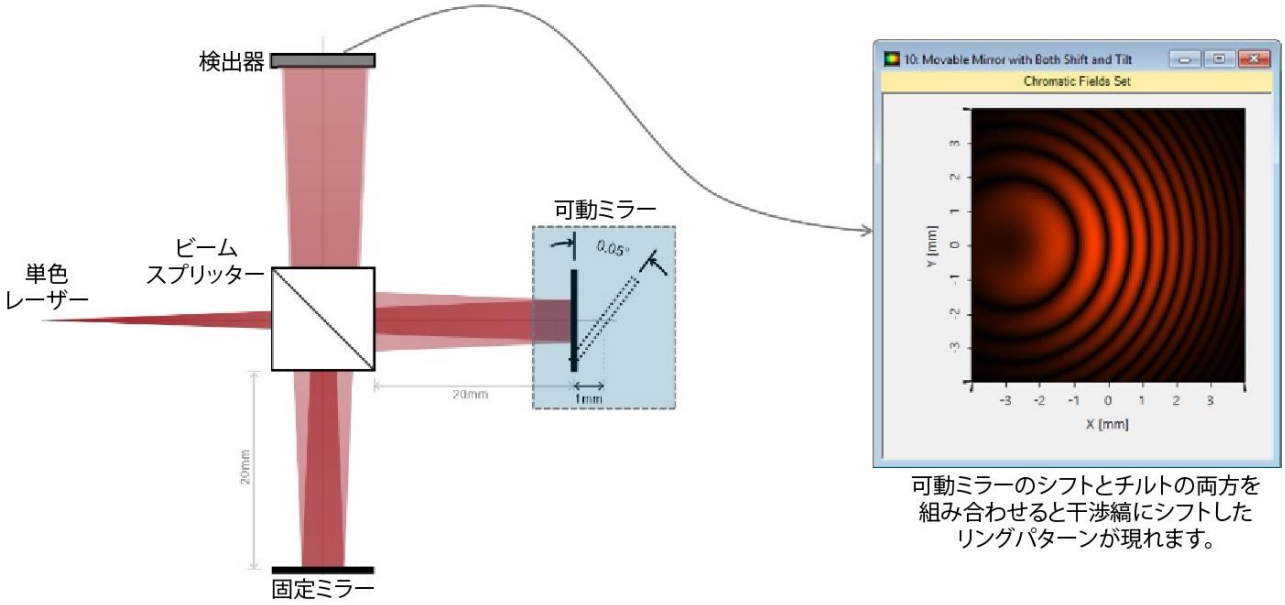


2モード安定化単一周波数HeNeレーザー

HP 社製品のような市販の干渉測定システムの断片が、レーザー余剰ディーラーだけでなく、eBay やその他のオークションサイトにも時折出品されることに注意してください。平均販売価格は元のリストを大幅に下回っていますが、機能が完全に保証されているシステムはまれです。

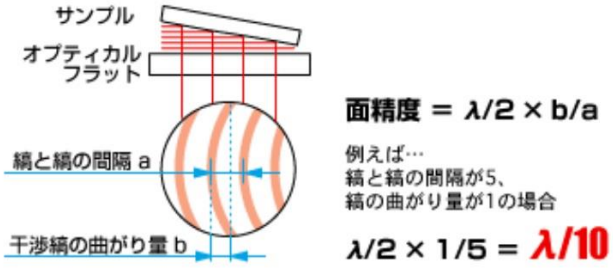
(引用元: Randy Johnson (randyj@nwlink.com).)

私はアマチュアの望遠鏡メーカー兼眼鏡技師であり、干渉法は波面の品質の誤差を定量化するために使用できる技術および方法です。使用される方法はさまざまですが、基本的には、単色光源(狭いスペクトル帯域の光源、つまりレーザー光から供給される光源)を反射するか、または、光を参照要素に透過させ、参照波面をテスト要素からの波面と一致させ、形成される干渉縞(縞)を観察します。美しく真っ直ぐで揺るぎないフリンジ(干渉縞)パターンは、一致した表面品質を示し、曲線パターンは基準要素からの変化を示します。変動をプロットし、そのプロットを波面解析ソフトウェア (つまり、Peter Ceravolo と Doug George による E-Z Fringe) に入力することにより、テスト中の光学素子に波面評価を割り当てることができます。



干渉計の基本構造と干渉縞（フリンジ）

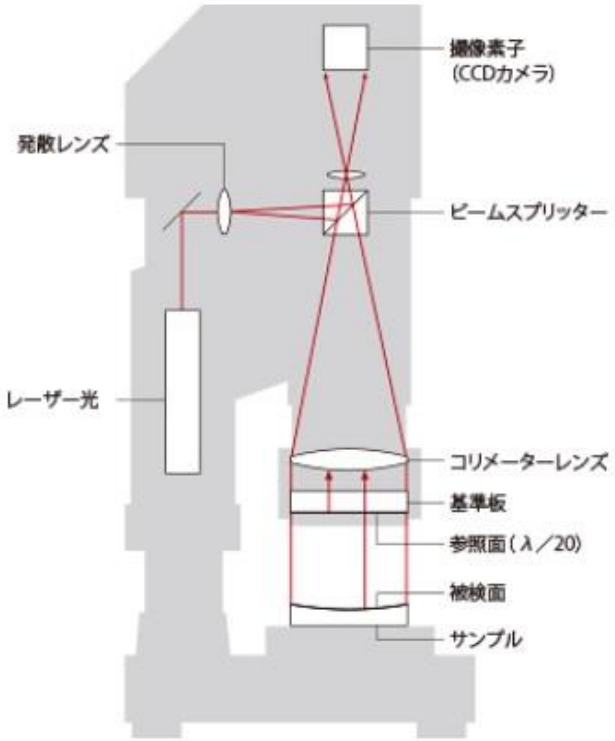
最も単純な干渉テストでは、互いに接触している 2 つの同様の光学面を単色光源で照らし、形成されるかすかな縞模様を観察します。これはニュートン接触干渉計として知られており、形成される縞パターンはニュートンリングまたはニュートン縞として知られており、その発見者であるアイザック・ニュートン卿にちなんで名付けられました。自分で原理を実証したい場合は、通常の板ガラスを 2 枚重ねて蛍光灯の下に置き、試してみてください。完全な単色ではありませんが、注意深く観察すると縞模様が観察できるはずです。



ニュートンリングの概念図

非接触干渉法は、集中した量の単色光を参照物を通過させるか参照物から反射させ、それが試験片から反射されるように位置決めし、次に目または撮像装置をそのように位置決めする必要があるため、はるかに困難となり、そのため縞模様は完全に静止したまま観察できますが、わずかな振動で縞模様が役に立たなくなります。

PNEUM www.pneum.co.jp プネウム株式会社 〒343-0845 埼玉県越谷市南越谷 5-15-3
TEL: 048-985-2720 http://www.pneum.co.jp
FAX: 048-985-2721 info@pneum.co.jp



非接触干渉法(フィゾー干渉計)

(引用元: Bill Sloman (sloman@sci.kun.nl).)

干渉計は高精度で高価な獣です(5 万ドル?)。慎重に安定化されたモノモードレーザーを使用して、固定ビームスプリッターと可動ミラーによって画定されたキャビティに光ビームを発射します。キャビティの長さが変化すると、往復の長さは、光の波長の整数倍(強め合う干渉と十分な光が得られる)から、波長の半分の整数倍(弱め合う干渉が得られ、光がなくなる)まで変化します。

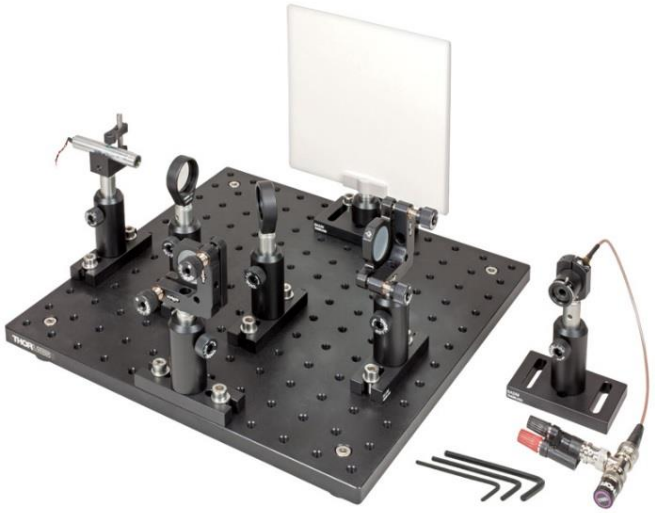
この光出力の変動が測定信号です。実際のシステムは、直角位相で 2 つの周波数変調出力を生成し、キャビティの長さが毎秒数メートルで変化しながら、キャビティの長さを約 10nm まで分解できます。精度は十分に高いため、空調の効いた実験室の温度と圧力の変化によって引き起こされる空気中の光の速度の変化を補正する必要があります。

ヒューレット・パッカードは最新の干渉計を発明しました。私が最後に干渉計に関わっていたとき、Zygo 社製品は技術的に優れていると思われる製品で干渉計から市場の一部を掴もうとするのに懸命でした。どちらのメーカーも優れたアプリケーション文献を提供しました。

ヒューレット・パッカード社製平面ミラー干渉計

(引用元： Mark Kinsler (kinsler@froggy.frognet.net).)

干渉計キットは、いくつかの科学用品供給会社から入手できます。それらはほとんどが約 5 枚のミラーと 1 つまたは 2 つのレンズで構成されているため、理論的に構築するのは難しくありません。しかし、距離を光の波長で測定するため、正しく機能させるのはそれほど簡単ではありません。これは「実際」に敏感です。テーブルの上に構築しただけで正しく動作するわけではありません。考えられる情報源の 1 つは、Central Scientific Company です。



Thorlabs 社製マイケルソン干渉計キット

(引用元： Bill Wainwright (billmw@isomedia.com).)

はい、テーブルの上に構築できます。やってしまいました。無理だと言われましたが、とりあえずやってみました。私が読んだ情報では、振動を取り除くために絶縁テーブルを用意する必要があると書かれていましたが、私はそうではなく、ミラーを保持するために模型用粘土を使用しました。私が抱えていた主な問題は、画像が非常に暗いことでした。次回はミラーの 1 つの代わりにビームスプリッターを使用すると思います。私のセットアップは非常に敏感で、テーブルトップに指を軽く置くとフリンジが飛んでしまうほどでした。正確にするには、気圧と湿度を考慮する必要があります。

(引用元： Sam.)

eBay でユーザーID: Siliconsam の干渉計キットのラインナップをチェックしてください。プラグですみません。☹