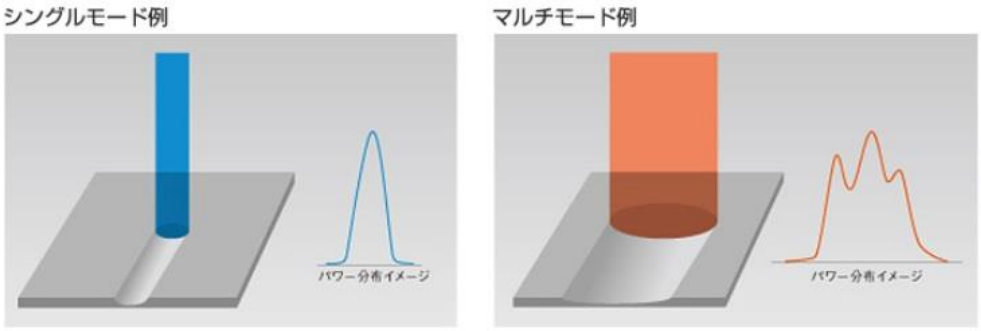
⑤ 安価な半導体レーザーを用いた干渉計

ダイオードレーザーのコヒーレンス長は干渉法やホログラフィーには短すぎるというのが（レーザー）党の方針です。（「一般的な干渉計」で始まる節を参照してください。）Sam's Laser FAQ - Laser Instruments and Applications (repairfaq.org)
CD レーザー光学系が比較的短距離の干渉法（数 mm または cm）に使用され、さまざまな程度の成功を収めていることは知っていましたが、次の節を参照してください。「CD プレーヤーまたは CDROM ドライブからのピックアップを干渉計に使用できますか?」） Sam's Laser FAQ - Laser Instruments and Applications (repairfaq.org) 以下のコメントは、いくつかの一般的なレーザーダイオードを使用した性能が、典型的な HeNe レーザー（高品質で高価な周波数安定化シングルモード HeNe レーザーではありません）に基づくシステムの性能と少なくとも同等である可能性があることを示唆するものを私が初めて見たものです。

周波数安定化 HeNe レーザーの一例（Pacific Lasertec 社製 05STP912）

適切なコヒーレンス長を保証するためのレーザーダイオードの選択方法はわかりませんが、単一の空間（横）モードタイプであることは確かです。これは通常、低出力ダイオードの場合に当てはまりますが、50～100mW を超えるレーザーダイオードは通常マルチモードです。したがって、干渉法やホログラフィーに任意の波長の 1W レーザーダイオードを使用しようとすることは忘れてください。ただし、単一空間モードは、ダイオードが単一縦モードで動作すること、またはこれらのアプリケーションに必要な安定性を備えていることを保証するものではありません。また、特定のダイオードは、電流/出力の範囲にわたって、および/または特定の温度範囲内に維持されている場合にのみ、所望のモード構造で動作する可能性があります。

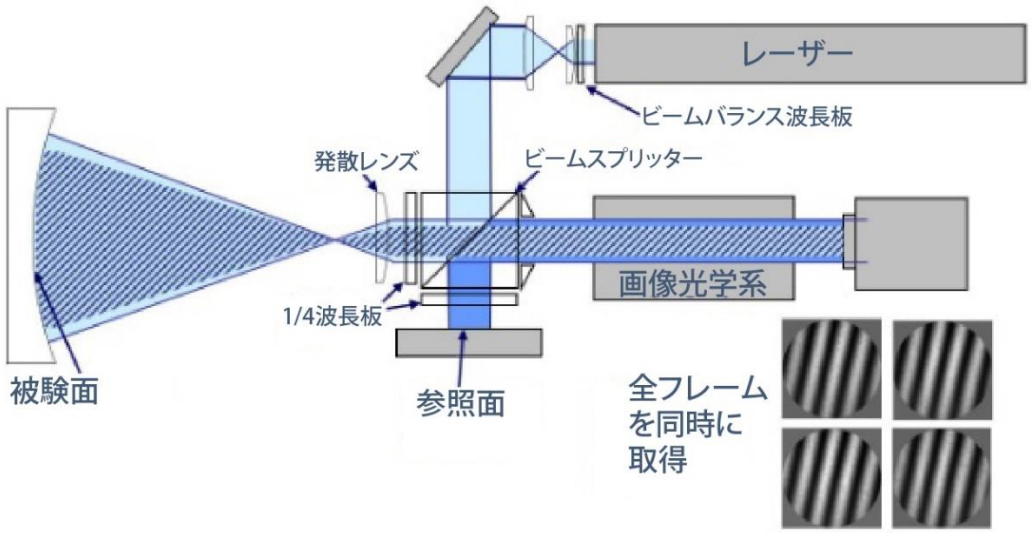


横シングルモードと横マルチモードの対比

（引用元： Steve Rogers (scrogers@pacbell.net).）

私はここ 15 年ほどレーザーダイオードに関わってきました。私の最初の事例は、40A パルスで 2kHz でピーク 35W のパルス（当時入手可能なものだけ）の怪物でした。控えめに言っても CW で視認できて幸せな一日でした。とにかく、仕事の旅行の過程で、私はレーザーロッド、つまり Nd:YAG、ルビー、アレキサンドライトなどの波面歪み解析用に多数のトワ

イマングリーンダブルパス干渉計を構築してきました。この機器の標準基準光源は常に 632.8nm HeNe レーザーでした。良好なコヒーレンス長と比較的安定した周波数がその強みでした。



トワイマングリーンダブルパス干渉計の基本構造図

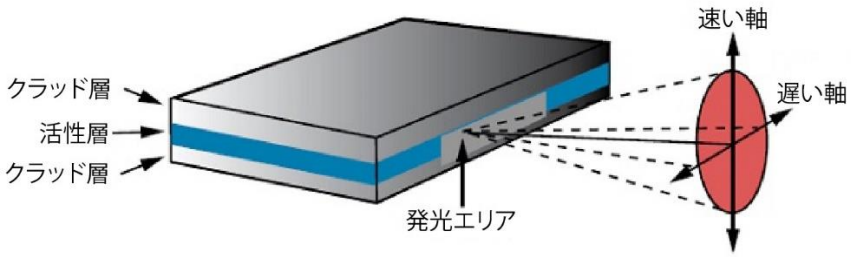
可視ダイオードレーザーが登場したとき、私はそれが HeNe の代替として適しているかどうか、よく疑問に思いました。私は HeNe レーザーが大嫌いです。かさばるし、電源から何度も電撃を受けました。

CD プレーヤーの 780nm のレーザーダイオードのコヒーレンス長は数十センチメートルまたはメートル程度であると考えていました。(!!、例を参照: Katherine Creath、「Interferometric Investigation of a Diode Laser Source」、Applied Optics (24 1-May-1985) pp. 1291-1293)、 可視レーザーダイオード (VLD) は優れた代替品となる可能性があります。結局のところ、最新の技術文献によれば、VLD はコヒーレンス長がかなり短くなる傾向があるため、実験を控えました。先週、私が店を覗いてみると、家庭用のダブルパス干渉計を組み立てるのに十分なミラー、ビームスプリッター、各種光学部品を見つけました。これの際に、Laserex 社製の優れた 635nm 5mW ダイオードモジュールも購入しました。

780nm レーザーダイオードの一例

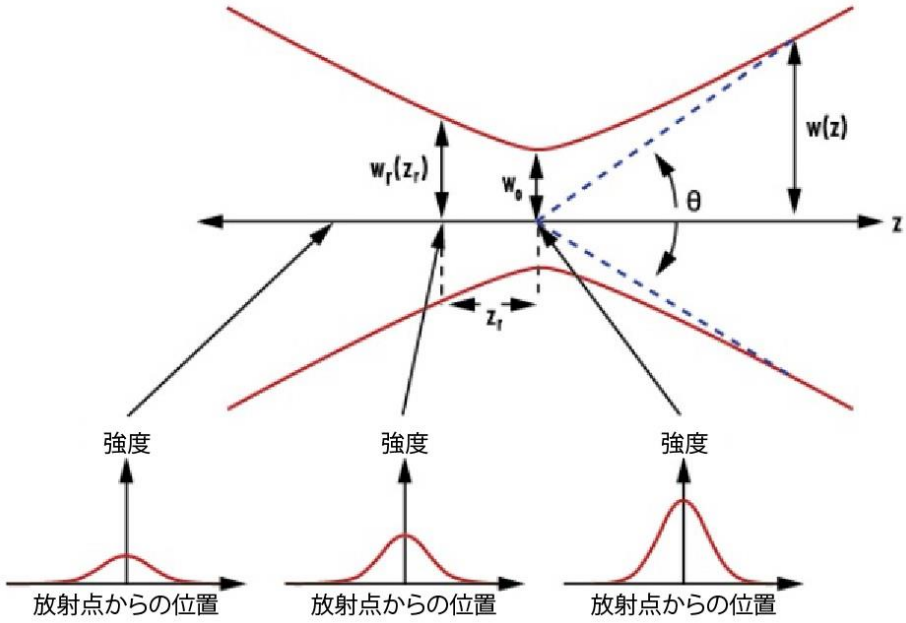
635nm レーザーダイオードの一例

長い話を短くするために、VLD を使用して上記の装備を組み立てて、なんと優れたフリンジコントラスト（テストサンプルとして 0.250 インチ x4.0 インチの Nd:YAG ロッドを使用した 4 インチのテストキャビティ)を得ました。VLD の代わりに HeNe レーザーを使用した場合、波面歪み（WFD）と縞の曲率/縞の間隔の手動計算に事実上差異はありませんでした。VLD の唯一の欠点は、出力ビームが長方形になることです。コリメートすると、HeNe スタイルの丸いビームではなく、大きな長方形のビームが得られます。現在、私の干渉計は 10 インチ x10 インチのスペースを占めており、完全に自己完結型になっています。おそらくもっと小さくすることもできるでしょう。それだけでなく、3V 未満で動作します。



半導体レーザーの典型的なビーム形状

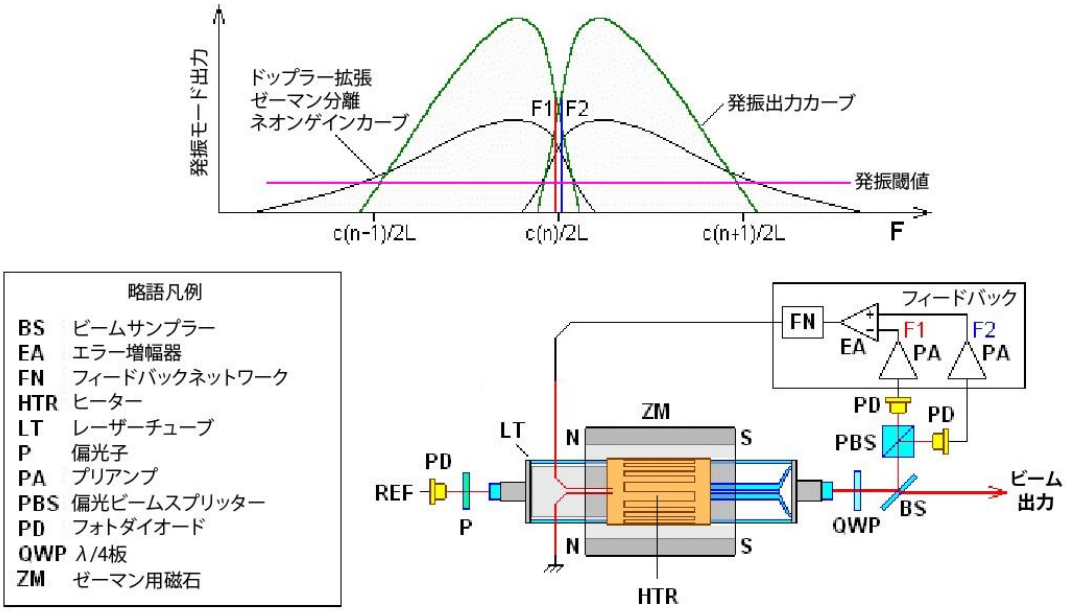
私も皆さんと同じように、私が達成した結果に驚いています。これが、私がこの実験を試みるのに非常に長い時間がかかった（4～5 年ほど）理由の 1 つです。私は常に、この構成では HeNe レーザーの方が VLD よりもはるかに優れていると考えていました。おそらく他の人は私よりも物理学について詳しいかもしれません。一つ確かなことは、これらは「シングルモード」インデックスガイド型レーザーダイオードであり、通常、「ゲインガイド型」ダイオードではあまり明らかではない古典的なガウス強度分布を示すということです。これは、優勢な発振モードを意味し、さらには（ある程度）安定した周波数出力を意味します。純粋主義者は、この VLD の公称波長が 635nm +/- 10nm であるのに対し、HeNe レーザーは 632.8nm にほぼ固定されていることに注目するでしょう。この変数は、非常に小さな WFD の違いを説明する可能性があります。



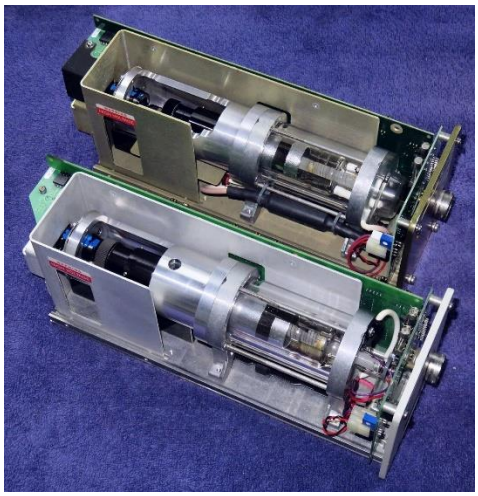
ガウス強度分布の概念

（引用元： W. Letendre (wjlservo@my-dejanews.com).）

イスラエルには、ゼーマン分離 HeNe ユニットよりも十分安価なダイオードベースのレーザー干渉計を販売している企業があり、「CD プレーヤー」クラス、またはおそらくもう少し優れたレーザーダイオードを使用していることを示唆しています。彼らは、最大約 0.5m の長さにわたって「シングルパス」(平面ミラーではなくレトロ)を測定することができ、これがコヒーレンス長の上限であることを示唆しています。



安定化ゼーマン分離２周波数HeNeレーザー



ゼーマン分離レーザーの内部写真の一例

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 FAX: 048-985-2721 http://www.pneum.co.jp info@pneum.co.jp