

4

ヘリウムネオン (HeNe) レーザー



HeNeレーザーについて	4.2
HeNe レーザーシステム	4.13
ハイパワーHeNe レーザーシステム	4.16
小型電源内蔵 HeNe レーザー	4.18
安定化 HeNe レーザーシステム	4.20
HeNe レーザー用電源	4.22
HeNe レーザーヘッド	4.23
HeNe レーザーのラベル表示	4.25

HeNeレーザーについて

Introduction to Helium Neon Lasers



- 標準の赤色ビームを発振するHeNeレーザー
- グリーン、及びイエローのHeNeレーザー
- 周波数安定化HeNeレーザー

CVIメレスグリオは1979年にHeNeレーザーの製造を開始して以来、この種のレーザーの製造及び販売の分野で主導的役割を果たして参りました。CVIメレスグリオのHeNeレーザーはカリフォルニア州、カールズバット市 (Carlsbad California) にある自社工場で開発も製造もなされています。

現在CVIメレスグリオでは波長別に3種類のHeNeレーザーを製造しています: グリーン (543.5 nm)、イエロー (594.1 nm)、レッド (632.8 nm)。これらのレーザーはまた、光学的特性及びパワー特性別に非常に多くの種類に別れ、更に伝統的なレッドレーザーにはシングルモードレーザー、周波数安定化レーザー (473.612535 THz) も揃っています。

HeNeレーザーの働きを更に高めるため、CVIメレスグリオではHeNeレーザーのビームを操作し、特性を変換させるために必要な各種光学部品も用意してあります。ガウシアンレーザービームをレンズ或いはレンズシステムで変換させることができますが、伝播特性や変換特性が非常にユニークであるため、ビームの特性変換を完全に行うためには特別に設計された光学系が必要とされます。ビームを精密に検査し、パワーを正確に測定するための検査機器も各種標準品として用意されています。

この章においては、HeNeレーザーの基本原理と、関連製品の説明と、レーザーの選定方法についての説明を詳しく致します。

HeNeレーザーの物理学

ヘリウムとネオンの混合ガスによるHeNeレーザー作用は、1960年にBell研究所のJavan, Bennet及びHerriottの三人により開発されました。最初の発振波長は赤外線でしたが、632.8 nmの赤色発振への遷移が1962年にWhiteとRigdenにより達成されました。そしてこの波長が最も一般的で低コストのレッド発振レーザーのベースとなりました。

HeNeレーザーのヘリウムとネオンとの低圧混合ガスは毛細ガラスチューブに注入されます。混合ガスの主成分はヘリウムガスで、ネオンガスの割合は15%以下です。この割合がプラズマ現象を引き起こします。プラズマ内での自由電子との衝突による励起は、最もエネルギー準位の低い準安定状態に

多数のヘリウム原子を取り込む原因となります。ヘリウムの励起状態には、ヘリウムの2つの電子の一方が最も低エネルギーの原子軌道1Sから2S原子軌道に励起される 2^1S と 2^3S の2つの励起状態があります。このため、この状態を電子励起状態と呼んでいます。これに対して、ネオンは、 1^1S_0 基底準位に $1s^2 2s^2 2p^4$ の状態で配列されている10個の電子を有し、より大きく、より複雑な原子です。ネオン原子は多くの励起状態を持ち、その内のレーザー作用に関係する励起状態が次ページにエネルギー準位のダイヤグラムとして示されています。電子的に励起された状態のネオンガスの多様な性質は、互いに他の電子を整列させることができる励起された電子の運動による幾つもの異なった手段からもたらされます。

2s及び3sのネオン原子の2つの励起状態のセットは、プラズマ放電により都合よく分布されるヘリウムガスの励起状態 2^3S と 2^1S と同じ励起エネルギーで起こります。励起された原子は、プラズマ内で他の原子、電子及びチューブ側壁と衝突を始めます。励起状態にあるヘリウム電子と基底準位にあるネオン原子との衝突は、幾つかのネオン原子を2s及び3s準位に励起します。衝突によるエネルギー伝達がエネルギー保存の法則に基づく共鳴プロセスです。僅かなエネルギーのミスマッチ分(この場合、約 400 cm^{-1})は原子の運動エネルギーに変換されることにより補償されます。

HeNeレーザーの発振波長のほとんどは、2pシリーズの準位への遷移を利用しています。例えば、632.8 nmのレッドの出力は $3s_2 \rightarrow 2p_4$ の遷移により発振されます。2p状態のエネルギー準位は基底準位から $150,000 \text{ cm}^{-1}$ であるため、プラズマチューブの中においてさえ、無視できる程度の分布といえます。この結果、プラズマ放電におけるネオン原子全体の3sと2p間及び2sと2p間の反転分布は、励起されたヘリウム原子の衝突によるポンピングにより容易に維持されます。 $3s \rightarrow 2p$ 及び $2s \rightarrow 2p$ の遷移の両者がレーザー作用を引き起こします。レーザー作用にある2p状態の分布は、より低位の準位への自然放出により、すぐに消滅します。

全てのHeNeは低ゲインレーザーで、レーザー作用を達成させるために反射率の高いキャビティミラーを必要とします。特に、一方のキャビティミラーには反射率が99.9%以上のミラーコーティングを必要とします。他方のミラーにはレーザーの有効出力を取り出すために、約1%の光の逃げ(部分透過コーティングによる)を設けます。従って、キャビティ内に取り残されるビームのパワーは出力ビームの出力に比べて200倍も強烈です。

CVIメレスグリオが最初に開発した市販の543.5 nm及び1.523 μm のHeNeレーザーのキャビティミラーは対称構成ではありません。これらの波長でのレーザー発振は極端に低ゲインであるため、これらの波長での発振が最大効率で行われるよう、非常に高品位にデザインされたプラズマチューブを使用することが必要とされます。

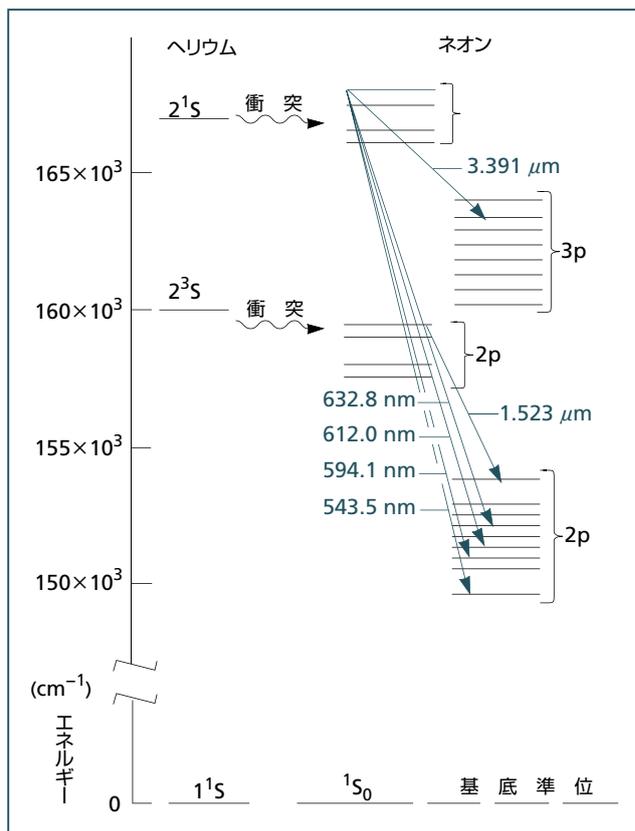
グリーンHeNeレーザー

CVIメレスグリオのグリーンHeNeレーザーは543.5 nmの波長でコリメートされ、コヒーレンス性の高いビームを発振するHeNeレーザーです。543.5 nmにおけるネオンガスの $3s_2 \rightarrow 2p_{10}$ への遷移は、高いしきい値でのレーザー遷移が非常に困難な低ゲインレーザーです。この波長のレーザー発振は、長いプラズマチューブ、プリズム、外部ミラー及びホットカソードを用いた実験で1970年にDr.Perryにより発見されました。

この遷移はチューブデザイン、ガスの混合比、処理技術、及びキャビティミラーの間隔を最適化することにより、小型プラズマチューブでレーザー発振させることを可能にしました。経済的効果と安定性のために市販のHeNeレーザーにプリズムを使用することが望まれていないため、キャビティミラーは632.8 nmの発振ラインと非常にゲインの高い3.39 μm の発振ラインを押さえて、543.5 nmの発振を高めることができるよう厳格な波長依存性を有していなければなりません。CVIメレスグリオの632.8 nm発振のHeNeレーザーの長所を取り入れて、予め機械的、光学的、及び電子的にデザインが最適化されているため、このグリーンHeNeレーザーは高い信頼性と長寿命を呈します。

赤外HeNeレーザー(参考)

1.523 μm でのレーザー発振は、ネオンガスの $2s_2 \rightarrow 2p_1$ の遷移により起こるため、確実に発振させるためには相当な困難が見込まれます。波長1.523 μm における最初のHeNeレーザー作用は、McFarlane, Patel, Bennet及びFaustによって1962年に確認されました。彼等は低いゲインとレーザー発振の高いしきい値をクリアするために非常に長いプラズマチューブを用いて1.523 μm のレーザー作用の達成に成功しました。543.5 nmの発振ラインと同様に、1.523 μm の波長も短いコンパクトなプラズマチューブでレーザー発振させることが相当に困難であることが解っていました。しかしながらガスの混合比、キャビティミラー、プラズマチューブ、及びキャビティ間隔の各パラメータを最適化することにより、CVIメレスグリオのエンジニアはこの便利な波長を発振する初め



HeNeレーザーの遷移におけるヘリウム原子とネオン原子の主なエネルギー準位

での市販レーザーの製造に成功しました。これはTEM₀₀モードの出力と1 mWの出力パワーを呈しました。

イエローHeNeレーザー

1992年、CVIメレスグリオはイエローの発振出力を有するHeNeレーザーの発売を開始致しました。これらの発振ラインは、レッドやグリーンの遷移と同じエネルギー状態のセットで発振されますが、正確な遷移は594.1 nmのイエローの発振においては $3s_2 \rightarrow 2p_8$ のセットが採用されます。レッド及びグリーンレーザー用に開発されたコンパクト設計を採用したこれらのレーザーには出力パワーの異なる製品が用意されています。

レーザーキャビティの効果

HeNeレーザーには、各種形態の共振キャビティが使用されていますが、平らな反射面を平行に向かい合わせた平行平面共振キャビティは現在では全く使用されていません。なぜならば、この共振キャビティは本質的に不安定であり且つ回折損失が大きいからです。

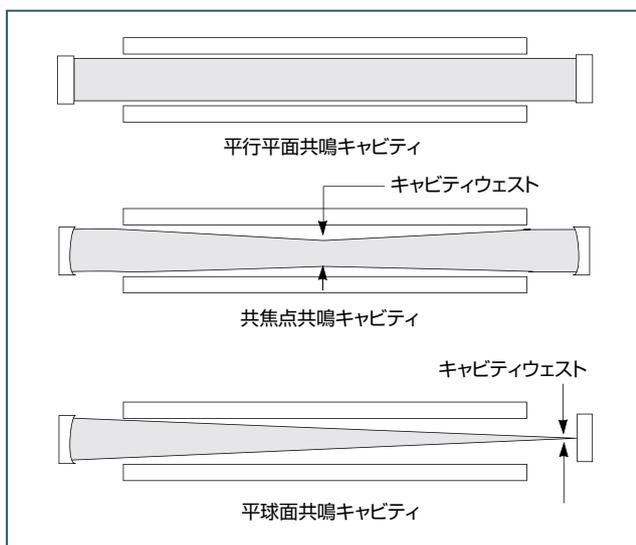
共焦点共振キャビティは曲率半径の等しい2つの凹面ミラーで構成され、各ミラーは互いに相手の曲率の中心と自身の曲率の中心とが一致するよう反射面が対向させられています。このタイプの共振キャビティはプラズマ容積の大部分を有効的に利用しており、大パワーの出力を取り出すことができます。共焦点共振キャビティは、ミスアラインメントによる影響が小さく、ミラー間隔の狂いによる影響を強く受けます。この共振キャビティは、横モードがTEM₀₀である出力ビームを必要とするレーザーに多用されています。

平行平面共振キャビティは、凹面ミラーの曲率の中心に平面ミラーを配した構造を有しています。キャビティを構成するミラーの間隔が少し狭くなると、このキャビティは準平行平面共振キャビティとなります。この準平行平面の状態は容易に調整することができ、また可干渉性の高い出力ビームを得ることができます。このタイプのキャビティの欠点は、凹面ミラーのフォーカシング効果を利用しているため、プラズマ容積の1/3しか使用していないことにあります。しかしながら、この

キャビティは調整が容易で安定性に優れています。従って、このタイプのキャビティは汎用レーザーに最も多用されています。

プラズマチューブ内部での原子或いは分子の運動は非常に速いので、ガスレーザーの遷移の特性曲線はシャープな直線とはなりません。ドップラ効果の影響により、ガウシアン形状の幅が広げられてしまいます。ドップラ効果で広げられた特性曲線は、原子の速度(即ち温度)と遷移の波長に依存する広がりを持っています。レッド発振のHeNeレーザーは、FWHM (Full Width Half Maximum) で約1400 MHzのバンド幅を通常有しています。ドップラ効果で広げられたゲインカーブは $\Delta\nu = c/2L$ で与えられるモード間隔を持ったキャビティの共振関数です。長さ0.5 mのキャビティのモード間隔は300 MHzです。このモードのシャープさ、即ち発振ラインの幅は、キャビティの往復性能の関数で、通常約1 MHz (0.00003 cm⁻¹) です。従って、このようなキャビティにおけるレーザー出力は300 MHzの間隔で5~6本のシャープな発振周波数(FWHM ≒ 1 MHz)を有しています。キャビティモードの相対強度はドップラ効果で広げられたゲインカーブで規定されます。非常に短いキャビティ (L < 0.15 m) の場合、ただ1本の発振モードのみが現れ、レーザーの出力は単波長となります。通常、レーザーは幾つかの周波数即ち縦モードが現れるのに十分な長さを有しており、モードスリーピング(次頁参照)の影響はあまり重要な要件とはなりません。しかしながら、ある種の用途においては、単一周波数で単一モードの出力が必要とされます。この場合、より短いキャビティ長のデザインが要求されます。

半径方向に対照的なレーザーにおいて、特定の縦モードの偏光特性は不安定で、特別なコントロールを行わない限り、時間と共に変化します。しかしながら、HeNeレーザーのような低ゲインレーザーの場合、隣接するモードが互いに直行する偏光面を有するよう増設されます。



レーザーキャビティのタイプ

モードスイーピング

前述したような多重縦モード発振はモードスイーピングと呼ばれるパワー変動現象を引き起こします。安定化を施していない全てのHeNeレーザーには、温度変化によりキャビティ長の微細な変化(δL)が生じます。キャビティ長が変化すると、モード間隔に下記の式で与えられる小さな変化が生じます:

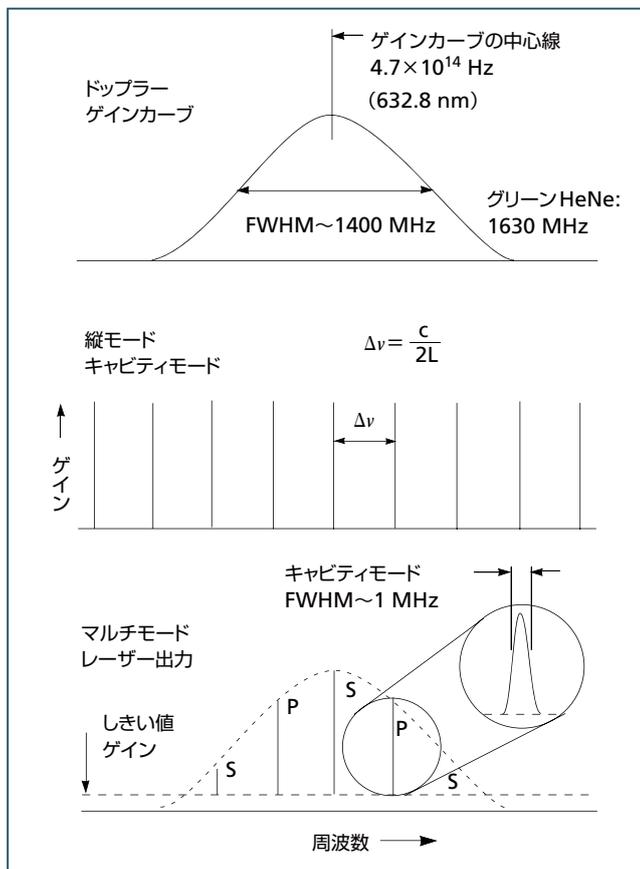
$$\delta(\Delta\nu) = (\delta L/L)\Delta\nu$$

この値は通常の使用状態においては10 kHz以下です。しかしながら、各キャビティモードの絶対的な波長もまたキャビティ長の変化に伴って変化します:

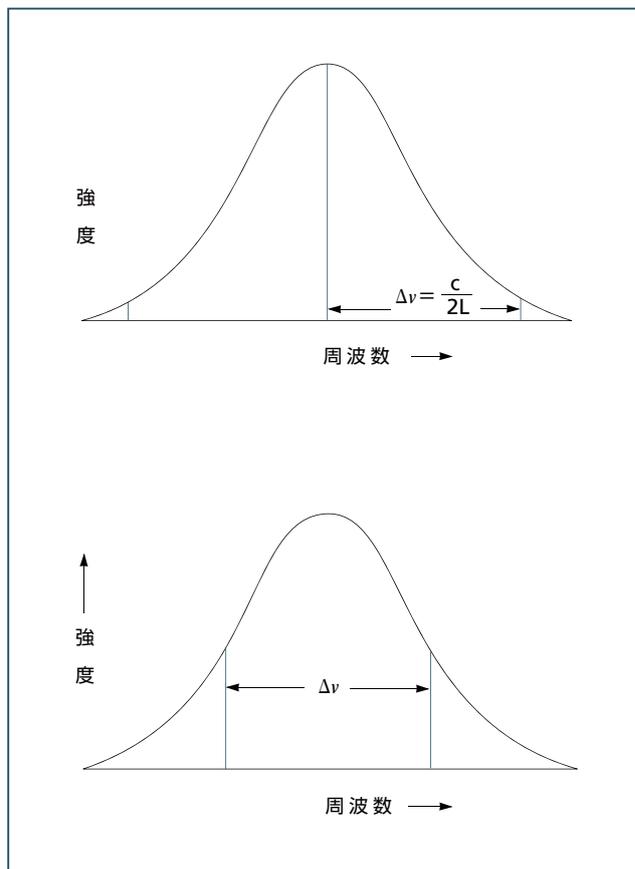
$$\delta\lambda = (\delta L/L)\lambda$$

この波長の変動率は $\approx 2.5 \times 10^{-3} \text{ nm}/^\circ\text{C}$ 、即ち $2 \times 10^3 \text{ MHz}/^\circ\text{C}$ で、プラズマチューブに使用されているガラスのタイプに依存します。実際には、櫛状の縦モードはドップラバンド幅の中心に関して変動し、温度変化が 1°C 以下の場合には元の位置に再び現れます。ゲインカーブのガウシアン形状が平らではないので、ゲインカーブの中心に関する縦モードの櫛状の位置の変化は出力パワーを変動させます。非常に長いチューブを使用した場合のようにモード間隔が非常に狭いならば、これらの変動も非常に小さなものとなります。他方、短いレーザーチューブはドップラ幅内に1~2本のキャビティモードしか発生させず、トータルパワーはガウシアンゲインカーブ内のモードの位置に強く依存します。

ドップラ効果の影響は、安定化を施していない市販の全てのTEM₀₀レーザーチューブに共通で、キャビティの長さで決まります。



HeNeレーザーの典型的な縦モード



モードスイーピングと出力パワーへの影響

偏光

レーザー放射の偏光は誘導プロセスの直接的な結果として生じる重要な効果です。誘導された光子が誘導した光子と全く同じ位相、周波数及び指向性を持っているため、同じ状態の偏光が導かれます。共振キャビティは一定の直線偏光の定在波を作り出します。1つ置きの縦モードは同じ偏光状態に在ります。同様に、隣り合った縦モードは互いに直行する偏光状態を持っています。この結果生じる偏光状態は、存在する全てのモードを合成したものとなります。この合成後の偏光状態は急速に変化します。従って、ランダム偏光ビームと呼ばれているレーザービームは、直交的に偏光された放射ビームの時間的に不定の組み合わせとすることができます。これに対して、直線偏光のレーザービームは、1つの直線偏光面のみを有するビームを意味します。直線偏光のレーザーは、キャビティ内にブリュスターウィンドウを配して、一方の直線偏光成分を効果的に排除しています。直線偏光のレーザーの出力はより安定性が高く、しかもブリュスターウィンドウにより規定されたP-偏光の光線としてその偏光状態が完全に保持されています。

Do you need...

ガウシアンビームの取扱いと測定

HeNeレーザーの出力ビームは、通常質的に非常に高い光学特性を有しています。また、その発振形態は回折限界のTEM₀₀ ガウシアン形状となっています。このビームの伝播形態の説明はガウシアン光学理論によるものが最適とされています。ガウシアンビーム光学系の概要、ガウシアンビームを処理するために用いられるコリメータ、ビームエキスパンダ、及びスペイシャルフィルタの詳しい説明、及びコリメーションテストとして働くシェアプレートについて、このカタログのレーザー用アクセサリの章で説明してあります。干渉計の一種であるシェアプレートは、レーザービームエキスパンダの光路に容易に挿入することができ、波面収差の質とレーザービームのコリメーション効果の指針を目視で判断できる測定結果を即座に表します。



HeNeレーザーのアプリケーション

ここでは数多くあるHeNeレーザーのアプリケーションについて考察します。この考察はあらゆるタイプのレーザーのアプリケーションを全てカバーするものではありませんが、現在レーザーがその役割を演じている変化に富んだ多くの分野についての考察となるはずで

最初のレーザーは比較的近年(1960年)に発明されましたが、その後の短い期間に大きな進歩と開発の多様化、及び数多くの応用に爆発的な成長が見られました。レーザーは今や、スーパーマーケットのレジスターから医療機器、通信機器に至るまで非常に幅広い分野で重要な役割を果たしています。これらの応用の幾つかは従来よりある光源に代えてレーザー光線を使用することにより、その性能を改善することができますが、殆どの用途においてはレーザー光線が持つ特殊な性質なしでは何等の成果を得ることも不可能です。

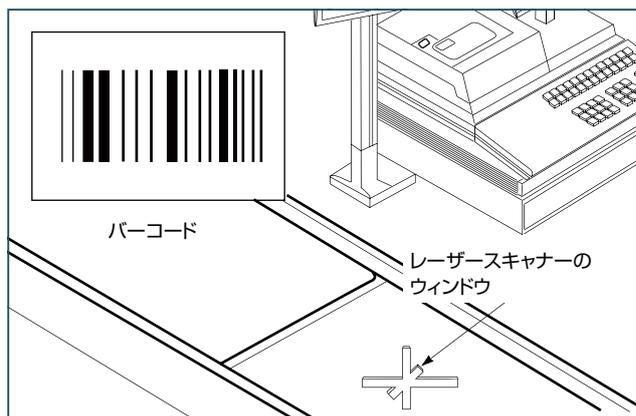
干渉計

もし従来よりある光源に比べてレーザー光線の唯一の特性を選抜したとするならば、コヒーレンス性を挙げなければなりません。一般の光源より遙かに優れている特性であるコヒーレンス性は、干渉に関連する多くの用途に利用されています。HeNeレーザーを使用するレーザー干渉計は、物体の平坦度や物理的寸法の測定や物体間の距離の測定等に採用されています。ドップラーシフト(Doppler Shift)された干渉パターンをモニタすることにより、速度(流動的に変化する速度を含む)を遠隔的に測定することができます。光ファイバ技術と結びつけられた技術は、血管内の血液流量比を測定する医療器に採用されています。

バーコードリーダー

バーコードリーダーは、二つに大きく分けることができます。則ち、工業用のものとPOSシステムで使用されるものの二つです。いずれの用途においても、HeNeレーザーを使用して、印刷されているバーコードの走査と読取りを行います。

工業用の用途においては、各種在庫製品の識別、選別、管理を確実に行うために、レーザーバーコードリーダーを使用すれば管理コストを低く抑えることができます。食品倉庫、商品倉庫、工業品倉庫或いは流通センターでは、効率が良くコストパフォーマンスの高い操業を行うために、正確に製品を識別する必要があります。このような用途において、バーコードリーダーは、毎分120~180 m程度の速度で走行しているコン



万国製品コードは、製品に関する情報を数値化したデータを、白と黒のラインの組合せで符号化したものです。

ベアシステムの上方かサイドに設置されます。走査される製品がバーコードリーダーに通され、バーコードが走査されると、バーコードに盛り込まれている信号を識別された製品は適当な保管場所等に向けて振り分けられます。HeNeレーザーを使用したバーコードリーダーは、物理的に大きい被写界深度でバーコードを読取る機能を有しています。このような機能は、他の方式のバーコードリーダーにはありません。従って、一つのバーコードリーダーとコンベアシステムだけを用いて、寸法、形状の異なる各種製品を、またバーコードリーダーと被測定製品との距離が異なってもバーコードを正確に読取ることができます。

HeNeレーザーの最も良く知られている一般的な用途は、おそらくスーパーマーケットのレジでしょう。このような用途用としてだけでも、何万本ものHeNeレーザーが製造販売されています。このようなレジでのバーコードリーダーとして通常使用されているレーザースキャナは「スロットスキャナ」と呼ばれているものです。この名前は、レジカウンターのスキャナー開口部の形状に由来しています。この形状は走査用レーザービームのパターンの輪郭に対応しています。販売時点情報管理システム(POS)は、工業用バーコードリーダーと全く同じように、食品販売業界で非常に役立っています。則ち、食料品雑貨販売業務においては、日付けが捺印されている腐り易い商品を多数扱っているため、在庫管理を厳格に行うことが非常に重要です。バーコードリーダーは、チェックポイントから倉庫にデータを瞬時にフィードバックし、在庫期間の長短にかかわらずリアルタイムで商品管理を行うことができます。

バーコードリーダーの作動を理解するためには、バーコード自体について知っておかなければならない点があります。世界中で現在使用されているバーコードには数種類のものがありますが、一番よく知られているのが万国製品コード("UPC"として知られている)です。このコードは基本的に数値であり、データは、一連の黒と白のラインとして記憶されます。一定の速度で予め定められている方向にバーコードを印刷したラベルをレーザービームで走査することにより、データをラベルから読み取ります。レーザーの出力端の近くに設置されている光検出器で、ラベルから反射された光線を測定します。反射ビームに含まれるデータをデコードして中央制御プロセッサに送信します。

ポインター及び他の応用

レーザービームを使用する多くの用途は、光の強度の深刻な損失を招くことなしに遠方の対象物にビームを照射する能力を求めます。レーザー光線は自然に広がってしましますが、必要な距離全域にわたってほぼ平行なビームが得られるよう優れたコリメートを施すことはできます。HeNeレーザーは単にポインターとして使用されることが多く、またクリプトンイオンレーザーやアルゴンイオンレーザー等のより出力の高いレーザーと共に使用され、さらに娯楽目的の光ディスプレイ装置等にも多く利用されています。光学技術の多くの分野において、HeNeレーザーはコリメートされた可視光線でアライメント軸を決定するために、或いは適当な光学系でビームを扇状に広げる用途等に広範囲に使用されています。これらの用途には建築、土木技術、測量及び機械加工等が含まれます。精密位置決め装置において、伝播するビームの形上の対称性を変化させないため、レーザービームの中心は4分割ディテクターにより非常に正確に規定の位置に位置させることができます。

HeNeレーザーのビームはまた、目で見ることのできない赤外線の高出力を発振するCO₂レーザーやYAGレーザーの参照光として採用されています。可視及び赤外線レーザーの両ビームは光軸を完全に一致させられ、赤外線の高出力レーザーを作動させなくても、このレーザーの光軸調整を行うことができます。血管を照射する場合には、HeNeレーザーのビームは見えにくいので、このような用途においてはCVIメスグリオのグリーンHeNeレーザーが適しています。

HeNeレーザーのデザインと特性

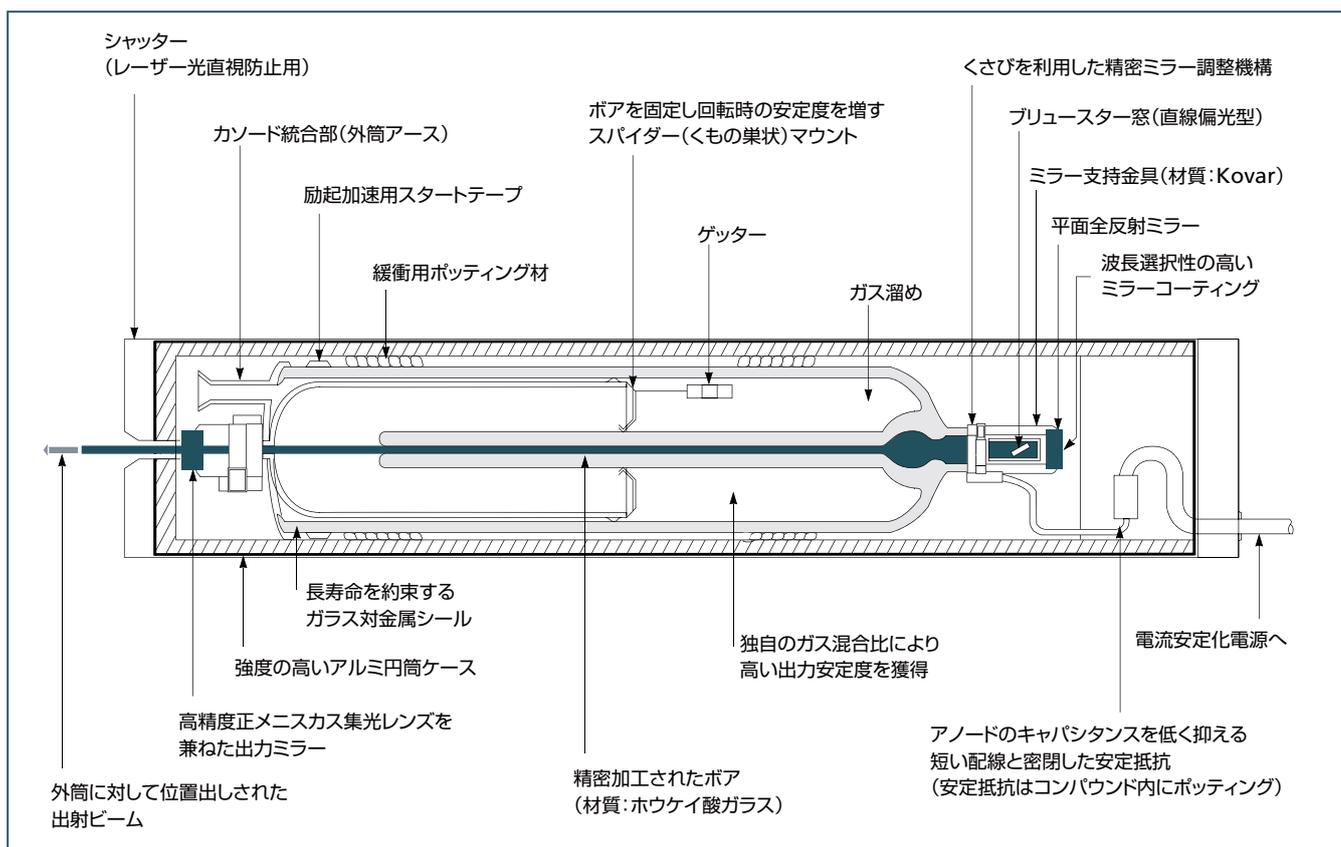
CVIメスグリオのHeNeレーザーは、出力安定性と指向性の高いコヒーレント(可干渉性)な単色ビームを発振することができ、ほとんど故障が生じることのない優れたレーザーです。CVIメスグリオでは、3種類の出力波長、543.5 nmのグリーン、594.1 nmのイエロー、632.8 nmのレッドHeNeレーザーを標準で用意しています。これらのレーザーはまた、波長別の他、出力パワー別、偏光特性別、ハウジング別に分けられています。レッドHeNeレーザーには、0.5 mW~32 mWの範囲で出力パワーの異なる多様な機種が揃っています。レーザーのハウジングには、電源と分離した円筒形のシリンドリカルハウジングと、電源を内蔵したコンパクトな電源内蔵型パッケージタイプのハウジングの2種類があります。

レッド(632.8 nm) HeNeレーザーは最も広範囲に使用されているレーザーですが、グリーンレーザーには独特の特性と新奇性があります。例えばグリーンは血液組織の赤い背景に対する見易さが特別な特徴となるため、医療機器用レーザーとして優れた選択対象となります。

これらのHeNeレーザーの全ては、カリフォルニア州、カールスバッド(Carlsbad, California)にあるCVIメスグリオのレーザーグループで設計、製造されています。CVIメスグリオで製造されているレーザーの大半はOEMユーザーに納入されています。HeNeレーザーのOEM市場において、CVIメスグリオは世界最大の供給元で、OEMユーザーが要求する苛酷な仕様、特に安定性と信頼性の面における要求を十分に満足するレーザーを製造しています。幾つかの新奇な設計上の特徴が、細部にいたる考慮が可能な限り最良のレーザーを製造する上での基本となるということを確認して製造した優れた製品に盛り込まれています。

プラズマチューブの設計

CVIメレスグリオのプラズマチューブは注意すべき幾つかの非常に重要な要点に基づき設計されています。プラズマチューブのボアは、ボア径の大きさにより相反する特性を示す光学的安定性と出力パワーとの最良の妥協点に対して作られています。プラズマチューブは、光学キャビティの特性を一定に保つために、長期及び短期の機械的安定性を持つよう構成されています。プラズマチューブ内の混合ガスが経時変化しないよう、即ちチューブのガス貯めからの漏れが生じないよう十分なシーリングが施されています。



プラズマチューブの詳細を示す CVIメレスグリオの HeNe レーザーの断面図

光学キャビティの設計

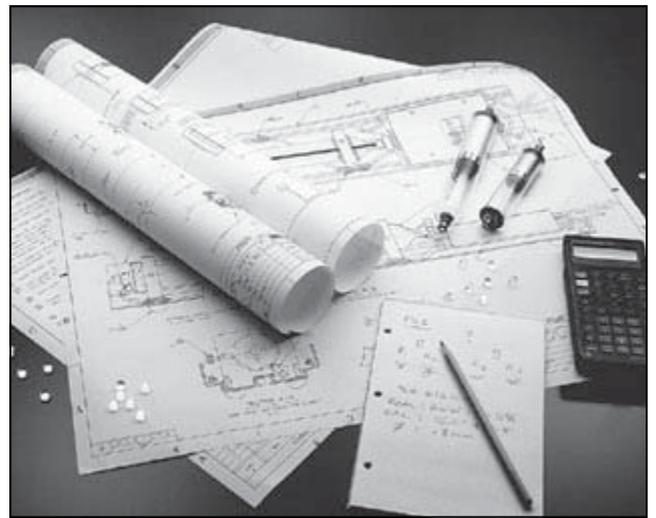
CVIメレスグリオは疑似的平球面共鳴キャビティと呼ばれている最も安定したキャビティを採用しています。CVIメレスグリオのパッケージタイプのHeNeレーザーは全て、100%ミラー(≧99.9%の反射率を持つミラー)がプラズマチューブのアノード端部に取り付けられています。カソード端には、反射ビームの一部をキャビティから逃してレーザー出力とする98.5%の反射率を持つ凹面ミラーよりなる出力カップラーが取り付けられています。このミラーの曲率半径はパワーと安定性の両者が最大になるよう選ばれています。このようなミラーの組合せは100%ミラーの表面にビームウエストを作り、出力カップラーでビームの広がり角を作ります。広がり角を小さくするために、反射率98.5%のコーティングがガラス製メニスカスレンズの凹面側に施されています。出力ビームはレーザーハウジングの外側の点に適当な大きさのウエストを作るようこのメニスカスレンズでフォーカシングされます。ビームの広がり角はビームウエストの直径に反比例し、大きめのビームウエストと小さめの広がり角が得られるよう設計されているレッドHeNeレーザーが標準化した一連の製品に含まれています。

レーザーヘッドのシーリング

CVIメレスグリオのHeNeレーザーは、ガスの漏れが生じないハードシール法でシールされています。組立の第一段階の間、フリットシーリング材よりなる特殊リングがシーリングを行う部品の周囲に予め配置させられます。チューブのカソード側エンドキャップとカソード端子、及びアノード側ミラー保持部はニッケル系合金(Kovar: 硬質ボロシリケートガラスと熱膨張率がほとんど同じであるニッケル/鉄/コバルト合金)で作られています。高周波誘導加熱により、合金製カソード端子及びエンドキャップはプラズマチューブの外面に融着されます。2つのキャビティミラーは合金製の保持部に直接固着されます。次いで、完全なシーリングを達成するために、予め被シール部品の周囲に配してあるフリットシーリング材がチューブと合金に十分に流れ込みます。このようにガラスと金属とで行ったシーリングはチューブ内部を完全に外界から遮断することができ、また接着剤を全く使用していないので温度変化によるチューブのリークが生じる可能性が少なくなっています。完全なシーリングを行ったプラズマチューブ内の混合ガスには経時変化が生じません。

カソードの重要性

ボアの設計の重要性は、CVIメレスグリオのHeNeレーザーが回転に対する高い安定性と優れた放射方向性(ポインティングスタビリティ)とを有していることの理由の一つにすぎません。チューブの回転に対する安定性とポインティングスタビリティとを向上させるためには、優れたカソード設計が必要です。面積が大きく同軸性が高いカソードが均一な放電を保証しています。プラズマ放電による衝撃からカソードを保護するために、カソードを合金製の半球状エンドキャップにしています。この保護機能がなければ、エンドプレートのニッケルイオンが光学表面上でのスパッタリングを生じさせ、チューブの寿命を短縮させてしまいます。この大面積の半球状エンドキャップの存在がボアの開口端とカソードとの間の電流密度の分布をより均一にすることを保証しています。



HeNeレーザーの使用上のパラメータ

非常に多くの種類のマウントされた、或いはマウントされていないHeNeレーザーが市販されているので、特定のアプリケーションにどのレーザーが最適かを判断することは簡単ではありません。以下に述べるコメントはユーザーの皆様へのアプリケーションに適したレーザーを選択する際に役に立つはずで

パワー

出力パワーはレーザーの主たるパラメータの一つです。一般的にチューブの長さが長い程、出力パワーが高くなります。HeNeレーザーは相対的に駆動電流の大きさの変化に鈍感です。従って、駆動電流の値が最適レベルから大きく変化しても、出力パワーにはほんの僅かな影響を与えるだけです。

幾つかの特別な技術を採用することにより、小型のレーザーチューブから高い出力パワーを得ることが可能です。発振出力を増大させるためにボアの直径を大きくすることができますが、短めのレーザーキャビティに固有のアライメントの安定性を犠牲にして、キャビティミラーの直径も大きくしなければなりません。また、レーザーの全長を変えることなしにボアの長さを延長することもできますが、ボアの端部がカソードに近づき過ぎるとレーザーの寿命が短くなってしまいます。

サテライトビーム

最新の多くの機器がレーザーのサテライトビームと回折リングの存在により一層敏感となってきたにもかかわらず、HeNeレーザーを選ぶ際にレーザービームの質はしばしば見落とされています。サテライトビームは出力ミラーのARコーティングから外れたメインビームの反射により作り出された第二のレーザー出力ビームです。この様なビームはあらゆるガスレーザーに見受けられます。サテライトビームの典型的なパワーはメインビームの0.2%以下しかありません。最大でも0.5%を越えることはありませんが、ビームのパワーがこの様な低レベルであっても肉眼で見ることができ、特にハイパワーレーザーにおいては目立った存在となります。CVIメレスグリオのHeNeレーザーは、新たに開発した技術によりこのサテライトビームの影響が軽減されています。

迷光

レーザーの作動中、メインビーム以外の光線も放射されています。この光線の殆どは、広がり角が非常に大きいので、プラズマチューブの先端から数インチ以上離れた位置では検出することが容易ではありません。しかしながら、その一部はメインビームをかすめる角度でプラズマチューブ内で反射することにより、結果としてコヒーレント光となります。この結果、暗い場所で目で見ることが出来る明るさの輪光がメインビームの周りに傘状に現れます。この輪光は、しばしばレーザーミラーの内または外側の小さな部分から反射ビームの干渉により引き起こされる回折リングも含んでいます。このような迷光のパワーは通常、メインビームの1%以下です。

安定性とモードスイーピング

安定性という用語は、HeNeレーザーに関して使用された場合、次のような幾つかのパラメータに関連したものがあります：出力パワーの大きさの安定性、ノイズの安定性、機械的安定性等通常最も関心の高いのが出力パワーの大きさに関する安定性です。出力パワーの安定性はモードスイーピングとミラーのアライメントに影響されます。

レーザーは幾つかの不連続縦モードで発振します。この縦モードは光速をC、レーザーのキャビティミラーの間隔をLとすると、 $C/2L$ の間隔を有しています。許容されるモードの数はレーザーのゲインにより決定されます。HeNeレーザーは通常3或いは4つの縦モードで発振されています。キャビティミラーの間隔が温度変化に従って長くなったり、短くなったりして変化するため、縦モードはレーザーのゲインカーブに従って移動します。このことが出力パワーの変動を引き起こします。モード数が少なければ少ない程(即ち、レーザーが短ければ短い程)出力パワーの変動は大きくなります。通常、出力パワーの変動の大きさは、縦モードが2つの場合約10%、より高次のモードにおいては5%以下となっています。この変動はレーザーのキャビティ長の変化に完全に依存しています。従って、もし温度の平衡を保つことができるならば、変動は減少します。このため、特にチューブの短いレーザーにおいては、温度変化の影響をできるだけ避けることが重要です。通常、円筒形のハウジングにマウントされているレーザーチューブは裸のチューブよりも短時間で温度の平衡をとることができ、出力パワーが早く安定します。

レーザーの安全性

CVIメレスグリオのHeNeレーザーシステム、電源一体型パッケージレーザーヘッド、円筒形ハウジングにマウントされているレーザーヘッド、及び研究室用電源の全ては、非イオン放射のみを放出する低出力レーザー装置です。即ち、CVIメレスグリオのHeNeレーザー製品はX-線等の有害な放射光線を一切放出することはありません。このレーザーは米国連邦安全規則(21CFR, Chapter 1, Subchapter J)に基づき設計、製造されています。このことを証明するため、また安全に使用して頂くために、警告ラベルが各レーザーヘッドに貼付されています。

ユーザーを事故から保護するために、CVIメレスグリオのHeNeレーザーには米国安全規格CDRHに基づく様々な安全機能が組み込まれています。電源に設けられているグリーンのパイロットランプは電源がON状態にあることを示し、レーザー放射が行われていることを警告するためのものです。パイロットランプが点灯した後、3-5秒経過するまでは、電流をプラズマチューブに供給しない遅延機能が電源に組み込まれています。また、不注意によるレーザービームの照射を避けるため、レーザーの不使用时には射出口を閉じておくことができるシャッターが設けられています。このシャッター機構を利用すれば、安定状態にあるレーザーチューブを電源をOFFにして冷やすことなしにレーザービームを遮断することができます。

注意:

極度に照度の高い光源を使用する場合に共通する最も重要な注意事項は、光線を直接覗き込んではいならないということです。このことは光源がレーザーである場合に特に重要で、直射光に限らず反射光も決して覗かないでください。

アプリケーションノート

HeNeレーザーの選択

- 波長の選択
 - グリーン : 543.5 nm
 - イエロー : 594.1 nm
 - レッド : 632.8 nm
- ランダム偏光または直線偏光の選択 / 出力パワーの選択
 - ・0.1 mW ~ 32 mWの選択範囲
- ビームサイズと広がり角の大きさの選択/横モードの選択
 - ・マルチモードまたはTEM₀₀ モード
- パッキングのタイプの選択
 - ・電源分離タイプの円筒形ハウジングにマウントされたレーザーヘッド
 - ・電源一体型パッケージレーザーヘッド
- アプリケーションによっては以下の項目も要検討
 - ・縦モード間隔
 - ・ノイズ(Peak-to-Peak)
 - ・モードスウィッピング
- 周波数安定化632.8 nmレーザーシステム
 - ・コンパクトタイプ



HeNeレーザーシステム

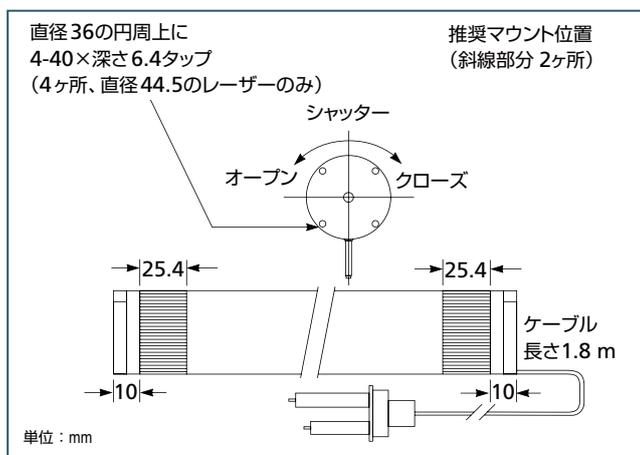
Cylindrical Helium Neon Laser Systems

仕様：HeNeレーザーシステム

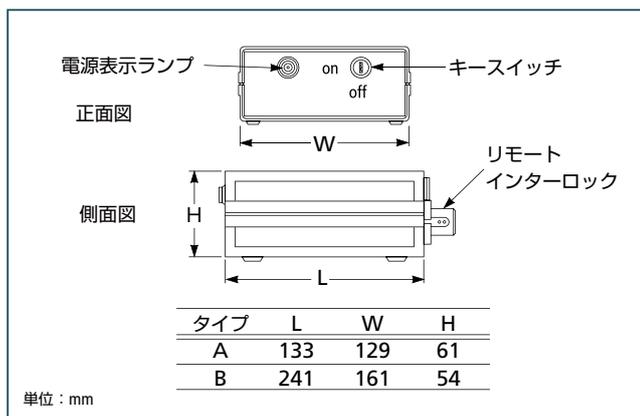
ビームの特性	
M ²	< 1.05
横モード	TEM ₀₀ (>90 %)
安定性	
ポインティングスタビリティ	< 0.03 mrad (電源投入から15分後)
長時間のパワードリフト	± 2.5 % (8時間において)
ノイズ	< 0.5 % RMS (30 Hz ~ 10 MHz)
動作の特性	
ウォームアップ時間	< 15分
電気的仕様	
電源電圧	100 VAC, 115 VAC, もしくは230 VAC ± 10 %
入力周波数	50 ~ 60 Hz
環境仕様	
動作温度範囲	- 20 °C ~ + 40 °C
保管温度範囲	- 40 °C ~ + 80 °C
動作時の湿度範囲	0 % ~ 90 % (結露なきこと)
保管時の湿度範囲	0 % ~ 100 %
ショック	25 G / 11 msec
安全規格	
CEマーク	準拠 (230 VACタイプのみ)

- レッド、グリーンおよびイエローの波長
- 電源が付属するシステム構成
- CDRH, IECおよびCE (230 VACタイプのみ) に準拠

CVIメレスグリオは、ここに掲げる製品の他に、多岐にわたるHeNeレーザーシステムを製造しています。全てのレーザーヘッドは堅牢なアルミニウムハウジングにマウントされ、対応する電源と共にお届けします。全ての製品は、レーザー装置に要求されるCDRHおよびIEC規格に適合しており、また230 VACタイプはCEに準拠しています。ランダム偏光タイプと直線偏光タイプ (消光比は > 500: 1) をご用意しています。直線偏光タイプの偏光方向は、ケーブル取付位置を下側にした場合に、垂直方向となります。



HeNeレーザーヘッド



HeNeレーザー用電源

Do you need...

角度調整が可能なレーザー用精密ホルダ

円筒形レーザー用精密ホルダは、レーザーをしっかりと固定しながら、精密な角度調整が可能な製品です。

- ・マイクロメータ (07 HLCシリーズ)、もしくはサムスクリュー (07 HLBシリーズ) による駆動
- ・6°の角度調整範囲 (θ_y および θ_z)
- ・φ44.5 mmのレーザーヘッドに使用可能

この製品の詳細は、「レーザー用アクセサリ」の章をご参照ください。



レッド(632.8 nm) HeNe レーザーシステム

CW 出力パワー (mW)	ビーム径 1/e ² (mm)	ビームの 広がり角 1/e ² (mrad)	モード スイープ (%、最大)	モード 偏光*	縦モード 間隔 (MHz)	レーザーヘッド の寸法		安全規格の分類		製品番号**
						長さ×直径 (mm)	電源の タイプ	CDRH	IEC	
0.5	0.46	1.77	10	ランダム	1063	177.8×31.8	A	II	2	25 LHR 213
0.5	0.46	1.77	10	直線	1063	177.8×31.8	A	II	2	25 LHP 213
0.84	0.46	1.77	10	ランダム	1063	177.8×31.8	A	IIIa	3R	25 LHR 211
0.84	0.46	1.77	10	直線	1063	177.8×31.8	A	IIIa	3R	25 LHP 211
1.0	0.59	1.35	5	ランダム	687	271.8×44.5	A	IIIa	3R	25 LHR 111
1.0	0.59	1.35	5	直線	687	271.8×44.5	A	IIIa	3R	25 LHP 111
2.0	0.59	1.35	5	ランダム	687	271.8×44.5	A	IIIa	3R	25 LHR 121
2.0	0.59	1.35	5	直線	687	271.8×44.5	A	IIIa	3R	25 LHP 121
5.0	0.80	1.00	2	ランダム	438	396.2×44.5	A	IIIb	3B	25 LHR 151
5.0	0.80	1.00	2	直線	438	396.2×44.5	A	IIIb	3B	25 LHP 151
7.0	1.02	0.79	2	ランダム	373	455.9×44.5	B	IIIb	3B	25 LHR 171
7.0	1.02	0.79	2	直線	373	455.9×44.5	B	IIIb	3B	25 LHP 171
10.0	0.65	1.24	2	ランダム	341	483.9×44.5	B	IIIb	3B	25 LHR 991
10.0	0.65	1.24	2	直線	341	483.9×44.5	B	IIIb	3B	25 LHP 991
17.0	0.96	0.84	2	ランダム	257	637.3×44.5	B	IIIb	3B	25 LHR 925
17.0	0.96	0.84	2	直線	257	637.3×44.5	B	IIIb	3B	25 LHP 925

* 直線偏光の消光比は >500:1 です。

** 入力電圧 100 VAC仕様には -461、115 VAC仕様には -249、230 VAC仕様には -230を製品番号に追記してご注文ください。

Do you need...

レーザービームエキスパンダ

このOEM用コンパクトビームエキスパンダは、直径44.5 mmのCVIメスグリコ製HeNeレーザーに直接取り付けられるようにデザインされています。

- 633 nmにおいてλ/2(P-P)の波面収差
- フォーカス調整機構を内蔵
- 回折限界のスポット径が得られる
- 4倍(09 LBC 001)と8倍(09 LBC 003)の2種類の倍率

この製品の詳細は、「レーザー用アクセサリ」の章をご参照ください。



グリーンおよびイエローHeNeレーザーシステム

CW 出力パワー (mW)	ビーム径 1/e ² (mm)	ビームの 広がり角 1/e ² (mrad)	モード スイープ (%、最大)	縦モード 偏光*	縦モード 間隔 (MHz)	レーザーヘッド の寸法 長さ×直径 (mm)	電源の タイプ	安全規格の分類		製品番号**
								CDRH	IEC	
波長：543.5 nm(グリーン)										
0.20	0.63	1.26	14	ランダム	732	240.9×35.1	A	II	2	25 LGR 025
0.30	0.79	0.88	5	直線	373	455.9×44.5	A	IIIa	3R	25 LGP 173
0.50	0.80	1.01	10	ランダム	438	396.2×44.5	A	IIIa	3R	25 LGR 151
0.80	0.79	0.88	5	ランダム	373	455.9×44.5	A	IIIa	3R	25 LGR 173
1.00	0.86	0.81	5	直線	320	510.3×44.5	B	IIIa	3R	25 LGP 193
1.50	0.86	0.81	5	ランダム	320	510.3×44.5	B	IIIa	3R	25 LGR 193
2.00	0.86	0.81	5	ランダム	320	510.3×44.5	B	IIIa	3R	25 LGR 393
波長：594.1 nm(イエロー)										
2.00	0.83	0.91	5	直線	373	455.9×44.5	A	IIIa	3R	25 LYP 173
2.00	0.83	0.91	5	ランダム	373	455.9×44.5	A	IIIa	3R	25 LYR 173

* 直線偏光の消光比は >500 : 1 です。

** 入力電圧 100 VAC仕様には -461、115 VAC仕様には -249、230 VAC仕様には -230を製品番号に追記してご注文ください。

ハイパワー HeNeレーザーシステム

High-Power Helium Neon Laser Systems



- 32 mWまでの出力パワー
- M^2 は<1.1
- 電源が付属するシステム構成
- >95%のTEM₀₀モード
- CEマークに準拠(230 VACタイプのみ)

CVIメレスグリオは、世界中に認められたHeNeレーザーの技術により、現場で実証された長寿命、及び高い安定性を持つハイパワーHeNeレーザーの製品群を販売しています。

25 LHR/P 925、25 LHP 828、及び25 LHP 928レーザーは、各々17、25、及び32 mWのパワーが保証されており、ラマン分光、ホログラフィー、高速スキャンング、及び試験、測定の使用に適した製品です。ランダム偏光、及び直線偏光(消光比>500:1)の2つのタイプをご用意しています。システムは空冷式で、100、115、もしくは230 VAC電源で動作します。

仕様：ハイパワーHeNeレーザーシステム

ビームの特性	
波長	632.8 mm
M^2	<1.1
横モード	TEM ₀₀ (>90%)
安定性	
ポインティングスタビリティ	<0.03 mrad (電源投入から30分後)
長時間のパワードリフト	±2.5% (8時間において)
ノイズ	<1.0% RMS (30 Hz ~ 10 MHz)
動作の特性	
ウォームアップ時間	<60分(最大パワーの95%まで、 25 mW、32 mWタイプ) <15分(最大パワーの95%まで、 17 mWタイプ)
電氣的仕様	
電源電圧	100 VAC、115 VAC、 もしくは230 VAC ± 10%
入力周波数	50 ~ 60 Hz
環境仕様	
動作温度範囲	-20°C ~ +40°C
保管温度範囲	-40°C ~ +80°C
動作時の湿度範囲	0% ~ 90% (結露なきこと)
保管時の湿度範囲	0% ~ 100%
ショック	25 G/11 msec
安全規格のクラス	
CDRH	IIIb
IEC	3B
CEマーク	準拠(230 VACタイプのみ)

ハイパワーHeNeレーザーシステム

CW 出力パワー (mW)	ビーム径 1/e ² (mm)	ビームの 広がり角 1/e ² (mrad)	モード スリープ (%、最大)	縦モード 間隔 (MHz)	ノイズ (30 Hz ~ 10 MHz)	レーザーヘッド の形状	製品番号**	
17.0	0.96	0.84	1	ランダム	257	<0.5% RMS	円筒形	25 LHR 925
17.0	0.96	0.84	1	直線	257	<0.5% RMS	円筒形	25 LHP 925
25.0	1.23	0.66	5	直線	165	<1.0% RMS	角形	25 LHP 828
32.0	1.23	0.66	5	直線	165	<1.0% RMS	角形	25 LHP 928

* 直線偏光の消光比は>500:1です。

** 入力電圧100 VAC仕様には-461、115 VAC仕様には-249、230 VAC仕様には-230を製品番号に追記してご注文ください。

w4.16 ヘリウムネオンレーザー

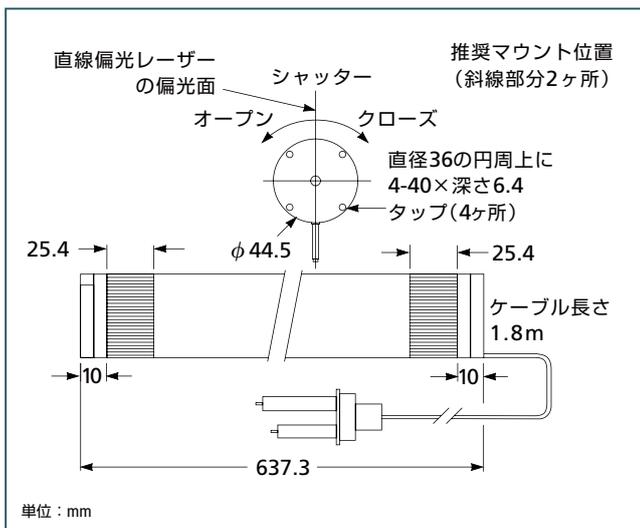
LHx2 | 25 LHP・25 LHR

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

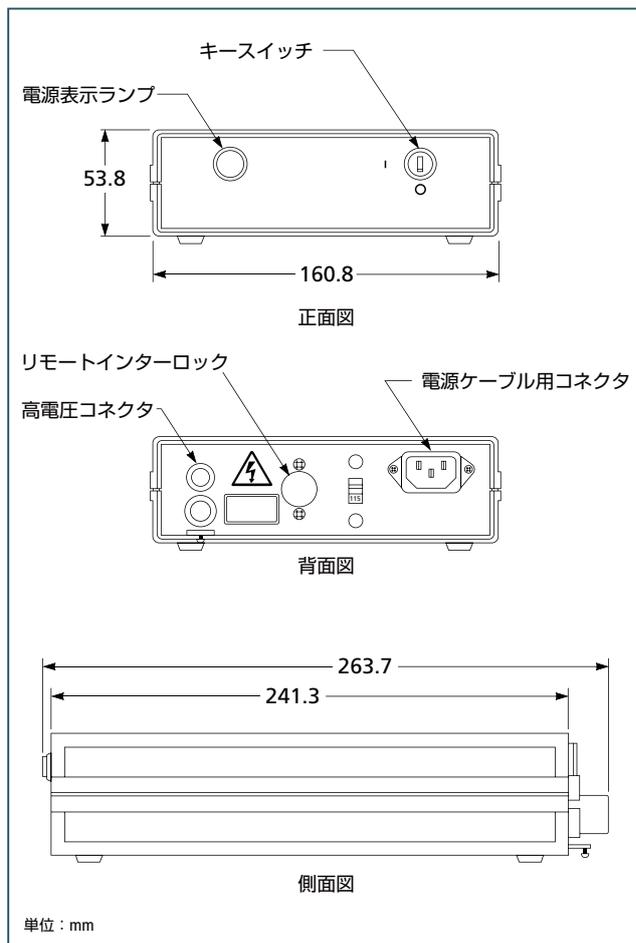
MELLES GRIOT



25 LHP 828および928 ハイパワーHeNeレーザーヘッド



25 LHR/P 925 ハイパワーHeNeレーザーヘッド



ハイパワー HeNe レーザー用電源

小型電源内蔵 HeNeレーザー

Compact Self-Contained Helium Neon Lasers



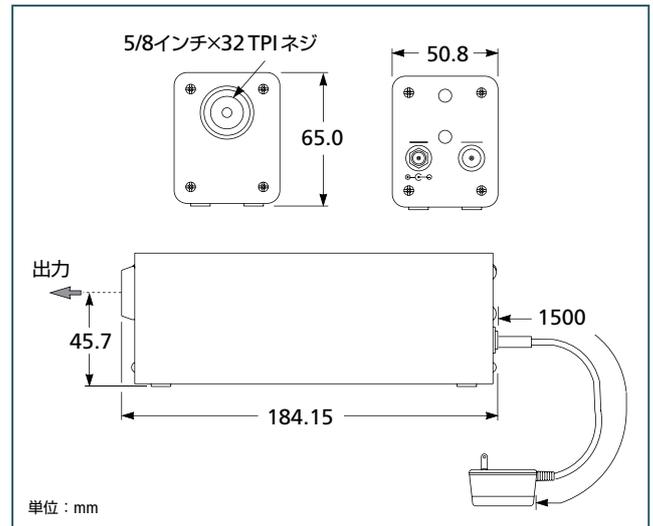
電源内蔵角形HeNeレーザー

- 持ち運びや保管に便利なケース付き
- 直線偏光タイプをご用意
- CEマークに準拠 (230 VACタイプ)

CVIメレスグリオの小型電源内蔵角形HeNeレーザーは、アライメント、試験、実験室での使用の他、教育用及び多量のOEM用途に適した製品です。本体の出射口には5/8インチ32 TPIのネジが設けられており、光ファイバーアセンブリや、他のビーム伝送アクセサリのマウントに使用することができます。

仕様：電源内蔵角形 HeNe レーザー

横モード	TEM ₀₀ (>90 %、マルチモードを除く)
縦モード間隔	1078 MHz
ウォームアップ時間	<15分 (最大パワーの95 %が得られるまで)
入力電圧	100(115)、もしくは 230 VAC ± 10 % (購入時に指定*)
入力周波数	50 ~ 60 Hz
CEマーク	準拠 (230 VACタイプのみ)



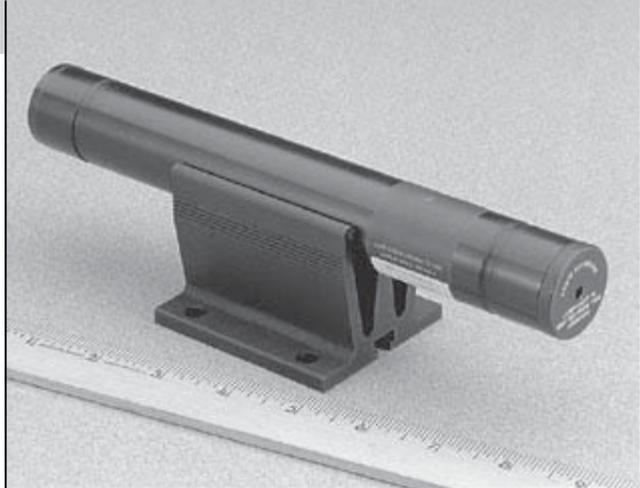
電源内蔵型 HeNe レーザー

小型電源内蔵角形 HeNe レーザー

波長 (nm)	CW 出力パワー (mW)	ビーム径 1/e ² (mm)	ビームの 広がり角 1/e ² (mrad)	モード スイープ (%, 最大)	偏光	安全規格の分類		製品番号 *
						CDRH	IEC	
632.8	0.50	0.47	1.70	±10	ランダム	II	2	05 SRR 810
632.8	0.50	0.47	1.70	±10	直線、>500:1	II	2	05 SRP 810
632.8	0.80	0.47	1.70	±10	ランダム	IIIa	3R	05 SRR 812
632.8	0.80	0.47	1.70	±10	直線、>500:1	IIIa	3R	05 SRP 812

* 入力電圧 100 VAC仕様には -461、115 VAC仕様には -249、230 VAC仕様には -230を製品番号に追記してご注文ください。

CVIメレスグリオでは、本章に述べるレーザーに使用することのできる光ファイバービーム伝送システムやビームエキスパンダなどの様々なアクセサリを製造、販売しています。これらの製品の詳細については、第6章レーザー用アクセサリを参照してください。



電源内蔵円筒形 HeNeレーザー

- CDRHクラスIIシステム (IECクラス2)
- 持ち運びや保管に便利なケース付き
- スナップオンタイプのホルダー付き
- CEマークに準拠 (230 VACタイプ)

CVIメレグリオの小型電源内蔵円筒形HeNeレーザーは、一般的なアライメント、試験、実験室での使用の他、教育用及び多量のOEM用途に適した製品です。本製品には、光学定盤及びその他の平坦な面にマウントするための50 mmピッチの取り付け穴を持つスナップオンタイプのホルダー、AC/DCアダプタ、持ち運びや保管に便利なケースが付属しています。

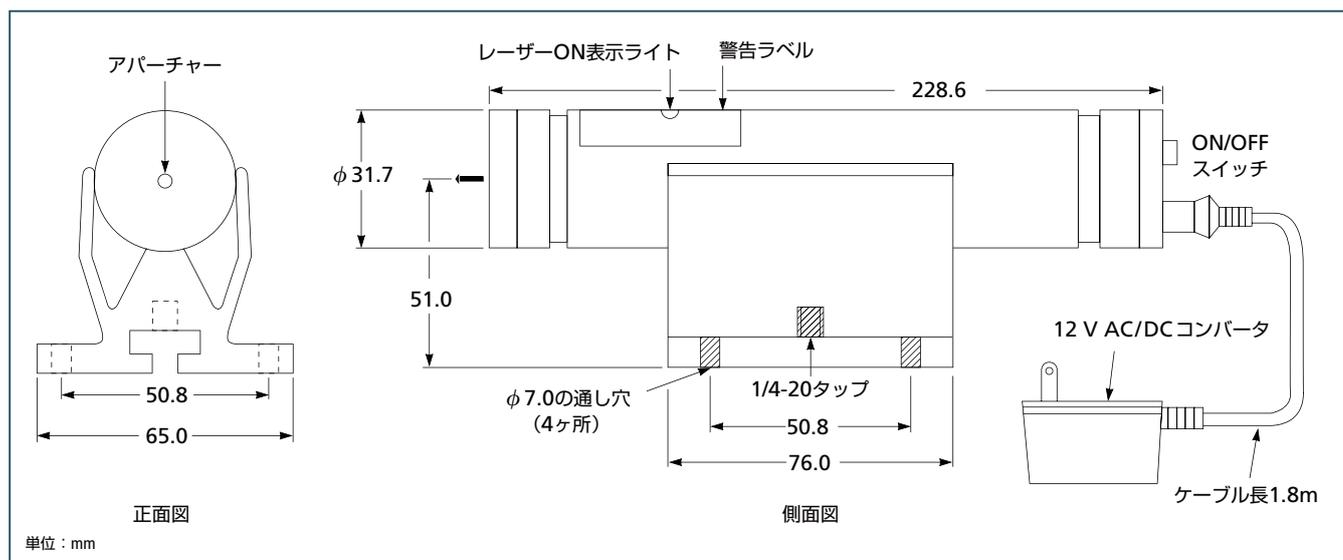
電源内蔵円筒形 HeNeレーザー

CW出力パワー (mW)	製品番号*
0.5~0.95	05 LLR 811

* 入力電圧 100 VAC仕様には -249、230 VAC仕様には -230を製品番号に追記してご注文下さい。

仕様：電源内蔵円筒形 HeNeレーザー

波長	632.8 nm
横モード	TEM ₀₀
縦モード間隔	1078 MHz
ビーム径(1/e ²)	0.47 mm
ビームの広がり角(1/e ²)	1.70 mrad
偏光	ランダム
モードスイープ	<15%
ノイズ	<3% RMS
ノイズの周波数	30 Hz~10 MHz
ウォームアップ時間	~15分 (最大パワーの95%が得られるまで)
入力電圧	100(115)、 もしくは 230 VAC±10% (購入時に指定*)
入力周波数	50~60 Hz
安全規格のクラス	CDRH II IEC 2
CEマーク	準拠(230 VACバージョンのみ)



05 LLR 811 電源内蔵円筒形 HeNeレーザーパッケージ

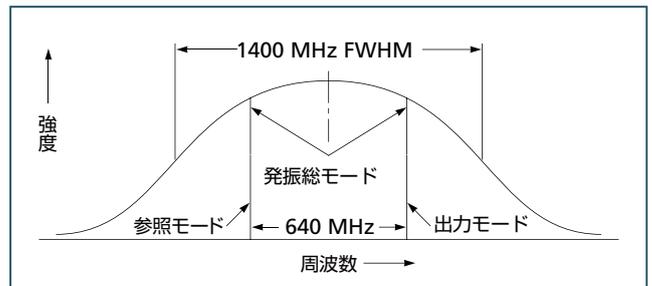
安定化HeNe レーザーシステム

Stabilized Helium Neon Laser Systems

スロープ方式では、出力ビームの強度のみがモニターされ、フィードバックループはパワーを一定に保つようにキャビティ長を調整します。レーザーゲインカーブが急な傾斜を持つことにより、周波数の変動は、出力パワーに対して直接的かつ著しい変化を引き起こします。従って、出力パワーを一定に保つようレーザーキャビティ長を調整することにより、周波数を一定に保持します。

レーザーの強度と周波数は密接に関係しており、これらは上記のいずれかの安定化手法を用いることにより安定させることができます。それにもかかわらず発振周波数の変動は、出力パワーの変化を常にもたらし、出力パワーを変化させることは、周波数の変動をもたらします。

コンパリソン方式は、もっとも正確な周波数コントロールの方式です。これは2つのモードの強度を測定し、基本的に変化しないゲインカーブのピーク近辺に、これらのモードを正確にセンタリングします。周波数は、老朽化その他の要因により起こる長期間のパワードリフトの影響を受けません。一方、慎重に簡素化された周波数コントロール回路を持つスロープ方式により、コンパクトなシステムが可能となり、安定化回路内蔵型のレーザーシステムに採用されています。短期間及び中期間の場合には、双方の方式共に同等の安定性を示します。しかしながら長期間(年月)での周波数ドリフトが特に重要である場合には、コンパリソン方式が最も適しています。



HeNeゲインカーブの、直行する偏光面をもつ2つのモード

CVIメレスグリオの安定化HeNeレーザーシステムは、計測、干渉計、及び表面検査のような、単一で不変の周波数を必要とする用途に最適な製品です。これらの単一縦モードのシステムは、キロメートルに及ぶコヒーレント長を持ち、長時間にわたる非常に優れたパワー安定性を示します。これにより、高い精度と繰り返し精度を持つ測定が、優れた分解能で可能となります。出力ビームは、光ファイバー及びダイオードレーザーのテストを行なう際の、安価で信頼性の高いキャリブレーション用の参照光となり、また非常に低ノイズで単一周波数の光源となります。

- 周波数安定度は、1 MHz (473.61254 THzにおいて)
- パワー変動は、 $< \pm 0.2\%$ (8時間において)
- 消光比は、 $> 5000:1$

周波数安定化の方法

CVIメレスグリオの安定化HeNeレーザーシステムに使用されているレーザーは、直交する偏光方向を有する2本の縦モードを発振します(右図を参照)。レーザーキャビティの長さの変化に伴い、モードはゲインカーブ上を移動し、周波数と強度の双方が変動します。2つのモードは、その偏光成分により2つのビームに分離され、強度を電氣的に比較します。キャビティ長は、モード間の関係が適切に保持されるよう調整されます。システムからは、この内の1つのビームのみを発振します。周波数の安定化には、一般的にコンパリソン方式とスロープ方式の2つの異なる方式が採用されています。

コンパリソン方式では、直行する偏光を有する2本のビーム強度の比が測定され、これが一定に保たれます。この比は、出力パワーとは関係なく、ビームの出力周波数を正確に特定します。

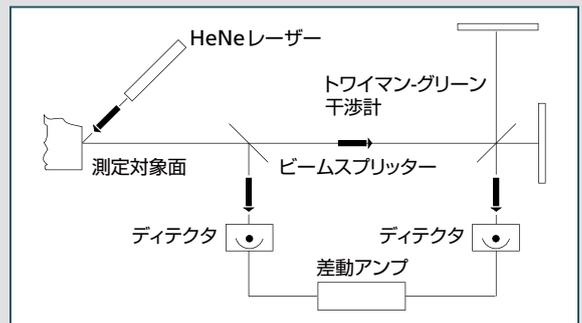
アプリケーションノート

干渉計による計測

干渉計による計測は、光学素子やシステムを透過した光ビームの波形の変形を測定するのみならず、高分解能の位置測定にも用いられます。

この技術の代表的なアプリケーションには、リソグラフィーのマスクやFTIR分光計のミラー間隔の位置決め、そしてハードディスクドライブの平坦度やヘッドのアライメントが含まれます。

長い光路長における測定を必要とするアプリケーションでは、しばしば周波数安定化ヘリウムネオンレーザーが用いられます。



干渉計による計測



小型安定化HeNeレーザー

- 非常にコンパクト
- 周波数ロックまでは10分以内
- クラスII及びIIIa(IECクラス2及び3R)
- CEマークに準拠(230 VACタイプのみ)

05 STP 910および05 STP 912は、レーザーと周波数コントローラを小型のパッケージにまとめた安定化回路内蔵型のレーザーシステムで、OEM用途にも最適な製品です。特許取得済みの安定化アダプタは、周波数のロックを10分以内に完了します。05 STP 910は、CDRH クラスII(IECクラス2)のシステムで、出力は1 mW以下に制限されています。05 STP 912は、クラスIIIa(IECクラス3R)のシステムです。

これらのシステムは、スペースが制限される装置への組み込みや、ウォームアップの時間が短いことが必要とされるアプリケーションに適しています。

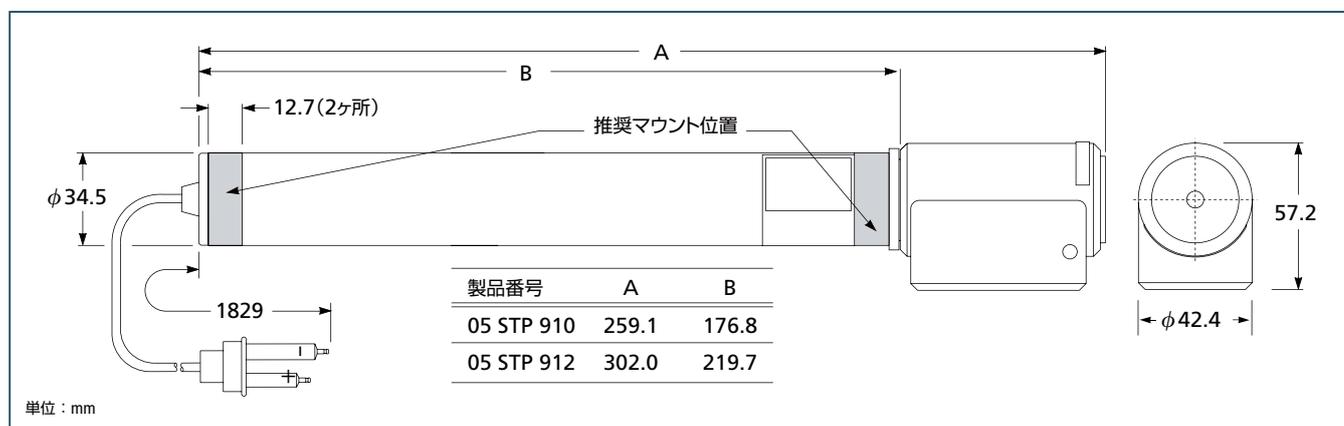
安定化回路内蔵型 HeNe レーザー

CW 出力パワー (mW)	ビームの		安全規格の分類		製品番号*
	ビーム径 1/e ² (mm)	広がり角 1/e ² (mrad)	CDRH	IEC	
0.5~0.95	0.48	1.70	II	2	05 STP 910
0.6~1.4	0.54	1.50	IIIa	3R	05 STP 912

* 入力電圧 100 VAC仕様には -461を製品番号に追記してご注文ください。

仕様：小型安定化HeNeレーザー

波長	632.8 nm
横モード	TEM ₀₀
偏光	直線
消光比	> 5000 : 1
ノイズ	0.1% RMS(30 Hz~10 MHz)
周波数の安定性 (1分/1時間/8時間)	± 1.0/± 2.0/± 3.0 MHz
パワーの安定性	± 0.2%
温度依存性	0.5 MHz/°C
安定化までの時間	< 10分
安定化が可能な温度範囲	15°C~30°C
入力電圧	100 VAC ± 10 %
入力周波数	50~60 Hz
CEマーク	準拠(230 VACタイプのみ)
推奨する HeNeレーザー用電源	
05 STP 910	05 LPL 900-040
05 STP 912	05 LPL 901-040
重量	
ヘッド	0.84 kg
安定化回路用電源	0.36 kg
HeNeレーザー用電源	0.84~0.86 kg



05 STP 910および912 小型安定化 HeNeレーザー

HeNeレーザー用電源

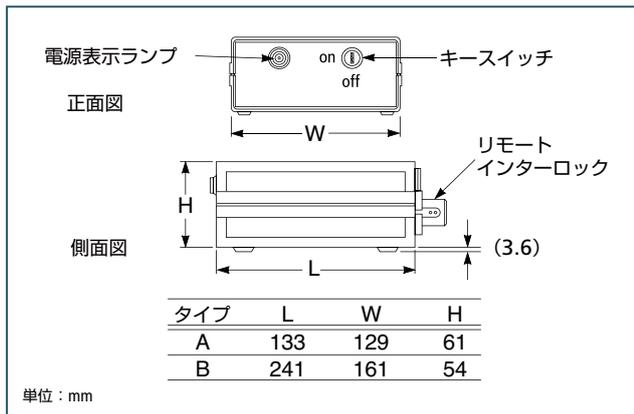
Laboratory Helium Neon Laser Power Supplies



■ 回路がケース内に組込まれた安全設計

■ CDRHの安全規格に準拠

CVIメレスグリオのHeNeレーザー用スイッチング電源は、下記の表に示す電圧と電流の値に合致し、標準規格であるアルデン高電圧コネクタが備わる全てのレーザーに使用することができます。電源には、安全規格に準拠するための全ての機能（キーロック、電源ON表示ランプ、3～7秒の遅延機能）が備わっています。製品は、単相100 VACで動作し、長さ1.8 mのAC電源コードが付属しています。



HeNeレーザー用電源

仕様：HeNeレーザー用電源

入力電圧	100 VAC ± 10 %
入力周波数	50 ~ 60 Hz
電流リップル	<0.71 % RMS <2.0 % P-P
変換効率	>75 %
CDRH規格による遅延時間	3 ~ 7 秒
温度範囲	
動作時	-20 °C ~ +40 °C
保管時	-40 °C ~ +80 °C
湿度範囲	
動作時	0 % ~ 90 %
保管時	0 % ~ 100 %
高度	
動作時	0 ~ 3000 m
保管時	0 ~ 5800 m
ショック	25 G/11 msec

HeNeレーザー用電源

出力電流 (mA)	駆動電圧の範囲 (VDC)	起動電圧 (kVDC)	電源のタイプ	製品番号
4.0	1100 ~ 1500	>8	A	05 LPL 900-040
4.0	1450 ~ 2050	>8	A	05 LPL 901-040
4.5	1450 ~ 2050	>8	A	05 LPL 901-045
6.0	2450 ~ 2850	>10	A	05 LPL 903-060
6.5	1650 ~ 1850	>8	A	05 LPL 911-065*
6.5	1850 ~ 2450	>10	A	05 LPL 902-065
6.5	2400 ~ 2600	>10	A	05 LPL 903-065
6.5	2500 ~ 4100	>11	B	05 LPL 951-065
7.0	2500 ~ 4100	>11	B	05 LPL 951-070
8.0	4400 ~ 5300	>16	B	05 LPL 952-080

* 入力電圧 100 VAC用の仕様



HeNeレーザーのラベル表示

Helium Neon Laser Emission Compliance Labels

CVIメレスグリオ製の全てのHeNeレーザーシステムは、CDRH規格の21 CFR 1040、および欧州指令である89/336/EECと73/23/EECを含む国際的に適用されているレーザー安全規格に適合するよう設計、製造、検査がなされています。また、230 VAC電源入力の全てのシステムは、CEマークに完全に準拠するようデザインされています。

レーザーには、全ての製品が安全規格に準拠している事を示す下記のラベルが貼り付けられています。



クラス II HeNeレーザーのラベル表示



クラス IIIa HeNeレーザーのラベル表示



クラス IIIb HeNeレーザーのラベル表示

カスタム光学製品はCVIメレスグリオから

CVIメレスグリオは、デジタル化に対応した高い設計技術力、高精度の加工技術による光学電子機器製品の設計、製造を行っております。

レーザー、光学ユニットなどを組み込んだシステム、あるいはお客様の仕様に合わせて製品の設計、製造、組み立てを行う特注品も承っておりますので、お気軽にお問い合わせください。

設計技術



- 光学設計
- メカ設計
- 光学電子機器(オプトメカトロニクス)設計
- 光学に関する技術相談

加工技術



- 大口径レンズの製造
- 高い面精度および波面収差
- 薄膜コーティング
- 柔軟性に富むメカ製造ライン
- 熟練した組立技術
- 小ロットからOEM製造まで

製造、開発製品の一例

- リレーレンズ(VIS～IR)
- 露光用投影レンズ
- ホログラフィック光学系
- 高精度レーザー干渉計用参照レンズ
- プロジェクタ用レンズ
- レーザーマーカー用fθレンズ(UV～IR)
- ズーム機構付きマクロレンズ
- 高解像検査装置用レンズ
- テレセントリックレンズ

