

単一波長レーザー
操作マニュアル
モデル 05-STP-910, 05-STP-912



L10698-1 REV: 5.20.3

注意：このマニュアルには、Pacific Lasertec が製造した安定化ヘリウムネオンレーザーの仕様、説明、および図面が含まれています。

このマニュアルに含まれる製品仕様は、予告なしに変更されることがあります。
Pacific Lasertec は、このマニュアルの誤りや省略、またはこの情報の提供や使用に関連する偶発的または結果的な損害について責任を負いません。

このマニュアルに含まれる情報は、Pacific Lasertec の所有物です。
Pacific Lasertec の事前の書面による同意なしに、このドキュメントをいかなる方法でもコピー、複製、または複写することはできません。

このマニュアルに関するコメントや提案は歓迎しますので、次のアドレスまでお送りください。

Pacific Lasertec
215 Bingham Drive, 110
San Marcos, California 92069, USA
Attention: Customer Service
Phone (760) 539-7169
E-mail: contact@pacificlasertec.com

Publication date: August 21, 2019
© 2019 Pacific Lasertec

目次

内容	ページ
・ レーザーの安全と注意事項	1
・ 取付説明	3
・ 操作上の指示	4
・ 予防のための管理	9
・ トラブルシューティング	10
・ 操作上の仕様	11
・ ドブラー出力/周波数機能	15
・ 周波数目盛調整	17
・ 保証期間	18

1.1. レーザーの安全と注意事項

決してレーザーシステムのビームを直接見ないでください。

Caution



2枚のラベル（警告ラベルあるいは危険ラベル）のうちの1枚が標準レーザーヘッドに貼り付けられており、潜在的な危険をオペレーターに警告しています。これらのラベルは図1-1で図示されています。



COMPLIES WITH CDRH 21 CFR 1040.10 AND IEC 60825-1:2007



05-STP-910



COMPLIES WITH CDRH 21 CFR 1040.10 AND IEC 60825-1:2007



05-STP-912

図1-1 標準的警告と出荷ラベル

1.1.1. CDRH規制

05-STP シリーズのレーザー システムは、米国保健福祉省のパート III、レーザー製品に関する 21 CFR パート 1000 および 1040 に概説されている規則と規制に従って CDRH 認定を受けています。

これらのガイドラインに基づき、モデル 05-STP-912 は CLASS IIIa (IEC 3R) 認証に準拠しており、可視波長 633nm で最大 5mW の連続放射の最大出力電力が許可されます。
モデル 05-STP-910 は CLASS II (IEC 2) に準拠しており、最大 1mW の最大出力電力が許可されます。
その他の要件には、特別なラベルの使用、外部の機械式ビーム減衰器、および動作中のパイロット ライト表示が含まれます。

05-STP レーザー システムは、上記の規制に準拠するために必要な機能を備えて工場から出荷されます。
これらの機能は個々のユニットごとに記録され、CDRH 規制に従って登録番号 9320815 で報告されます。
Pacific Lasertec は、最大限の安全性と CDRH 規制への準拠を確保するために、お客様の製品設計を支援します。
これらの要件に関する詳細情報は、www.fda.gov/radiation-emitting-products/ で入手できます。

1.1.2. 電源とアース接続

05STPシリーズレーザーシステムはレーザーヘッド（05STP910か05STP912のいずれか）に単一周波数アダプター（SFA）が取り付けられています。
そのヘッドに、AC/DCコンバーターと必要なライン電圧に対して適切な電源が必要となります。
AC/DCコンバーターと電源の両方にアース接続が供給され、それらを適切な（電圧の）壁コンセントに接続すると、レーザーヘッドとアダプター筐体のアース（接地）が為されます。



いかなる状態でもアース（接地）が失われてはなりません。

レーザーヘッドと単一周波数アダプター（SFA）の両方に14VDCで電源供給することもでき、そのためには（パシフィックレーザーテック社から入手可能な）14VDC入力電源を使用してヘッドに電源供給を行います。



共通の電源が設置電位であることを確認してください。

1.1.3. レーザー電源リモートコネクタ



電源キースイッチを「 I 」(オン)の位置にすると、メイン電圧(日本の場合100VAC)がリモートコネクターターミナルに掛かります。
必ず電源スイッチを「 O 」(オフ)の位置に切り替えてメイン電源を切ってから、リモートコネクタープラグをソケットから抜いてください。

ケーブルコネクターは、レーザー電源をレーザーから離れて起動できるようにする安全機能として用意されています。レーザーから離れての起動が必要となる場合、ケーブルとリモートスイッチが指定された電源入力電圧および電流に適合していることを確認してください。メイン電源スイッチが「 I 」(オン)となっている時だけ、リモートスイッチで電源を始動できます。納品時、偏光リモートコネクタプラグは内部ジャンパーに配線されています。コネクターをリモート外部スイッチと一緒に使用する場合、プラグを次のように改造してください：

1. 電源のスイッチを切り、電源コンセントから電源ケーブルを抜いてください。
2. 電源リアパネル上のソケットから、電源ケーブルコネクタープラグをまっすぐに引いてソケットから抜いてください。
3. 銀色のロックピンを押して外してください。ピンは捨てないでください。
4. プラグ外皮を取り外してください。
5. プラグターミナルを覆っているビニールキャップを取り外してください。
6. 短絡線をプラグターミナルから取り外してください。
7. プラグ外皮をコネクターケーブルまで移動してください。
8. はんだケーブルはプラグターミナルに接続します。
9. プラグにプラグ外皮を押し戻してください。
10. ステップ 3 で取り外したロックピンを取り付けてください。
11. 電源リアパネルにあるソケットにコネクタを挿入してください。



レーザーシステムをこれらの指示に基づいて取り扱わないと、重要な安全機能が損なわれてしまいます。レーザーシステムにはユーザー様用の余分な部品は含まれておりませんし、ユーザーメンテナンスも必要です。

1.2. 取付説明



次の第3節を読む前に、システムを起動しないでください。

1.2.1. 最初の点検

輸送の間に起こったかもしれない損傷の徴候がないか送付箱内の内容物を確認してください。
内容物が損傷している場合は、すぐにクレームを運輸会社とパシフィックレーザーテック社の販売部門かサービス部門に報告し、修理あるいは入れ換えを進めてください。

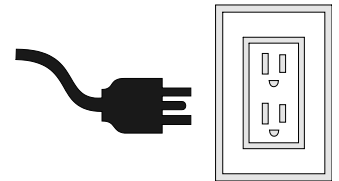
1.2.2. アース（接地）

1.2.3. 動作環境

05STP周波数安定化レーザーシステムは、どんな方向に向けても安全に稼働できます。
ただし、結露がシステムの一部に発生した場合、稼働を中止すべきです。
この現象はシステムを寒い環境から暖かい環境に移動すると起こる可能性が高いです。

筐体が適切に設置されていないと、結露で感電を起こすこともあります。

適切なアース（接地）が為されていても、結露がある状態で稼働させると、
レーザーヘッドに修復できない損傷を起こすこともあります。



1.3. 操作指示

1.3.1. 組立品と点灯

単一周波数アダプター（SFA）は05STP910および05STP912レーザーヘッドとセットになっています。
SFAとレーザーヘッドは前もって組み立てられており、キャリブレーションされ、
パシフィックレーザーテック社による最適の性能のテストが為されているため、分解しないでください。
ユニットを分解するとレーザー光線や危険な電圧への曝露をもたらす危険が生じます。
パシフィックレーザーテック社サービスセンターへの無許可の分解は保証を無効とします。

SFAとレーザーヘッドの方向合わせは正確に調整されています。変更しないでください。
レーザーヘッド上の矢印はSFA（図1-2）上の位置合わせマークに合わせます。

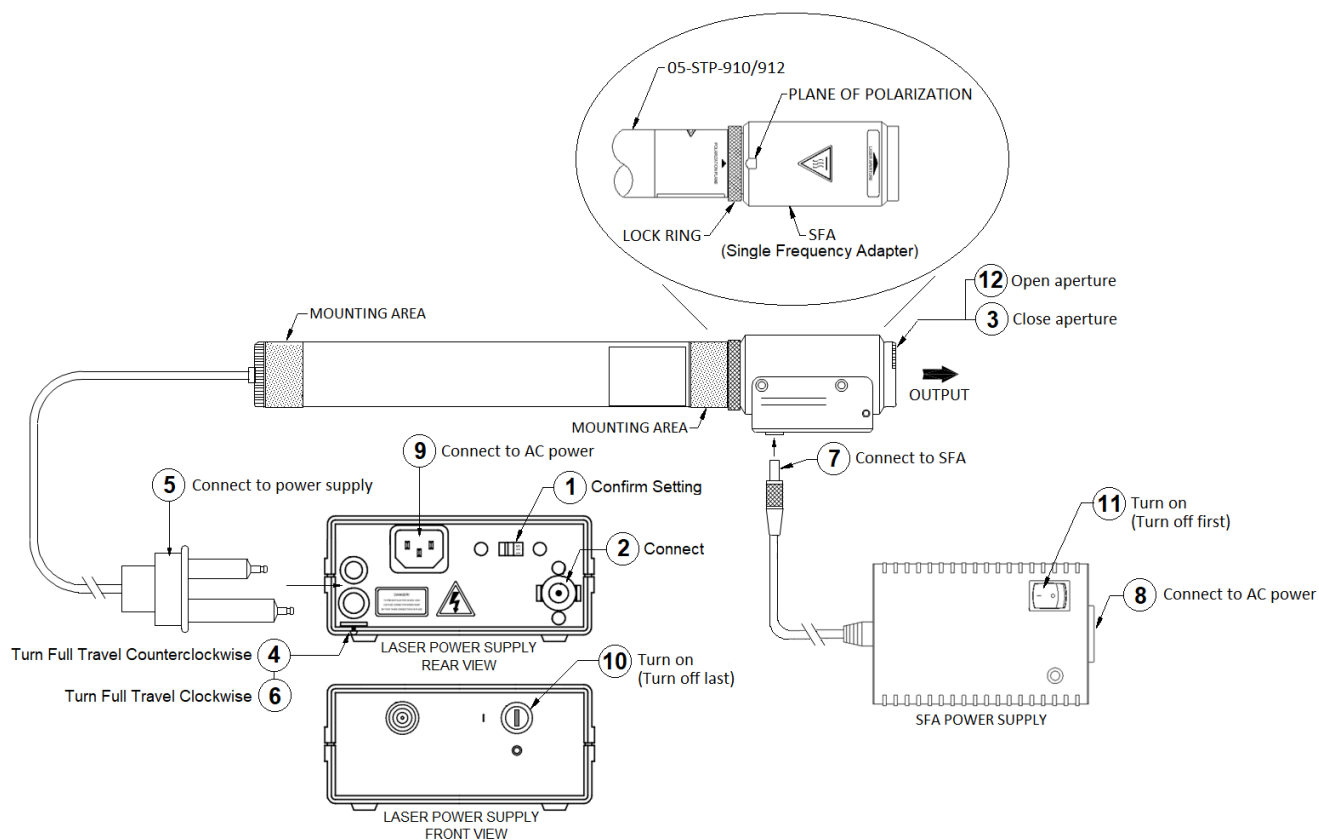


図1-2. システムでの接続と位置合わせ

図1-2に示されている数字順でシステムを接続し、操作してください。
第1.2.2節に従って主電源を接続してください。

白いカード一片の紙で出射ビームを確認し観察してください。
ビーム強度は約2秒に1度明らかに増加と減少を示し、
ユニットが温かくなるにつれてその上下動がゆっくりとしてきます。
05STP910の場合、最小出力はゼロとなります。
この挙動をレーザーの電源オフと誤解しないでください。



レーザーヘッドの電源を切った状態で5分以上の単一周波数アダプター（SFA）への電源投入が、
単一周波数アダプターに損害を与えてしまうことがあります。

5～10分が経過して「Stable/OT」緑色インジケーターが点灯すると、
ユニットが動作温度に達して安定したことを示します。

AC/DCコンバーターに規定を越える電圧が供給されると、
システムのウォームアップが早くなりすぎて安定化を一時的に喪失することもあります。

1.3.2. 制御装置とインジケータの説明

1.3.2.1. AC/DCコンバータ

各AC/DCコンバータには適切なアース（接地）が施されたACケーブルが用意され、ON/OFFスイッチに加えて視認できるインジケータが、コンバータのオス出力プラグに15VDCが供給されていることを示します。AC/DCコンバータは複数の範囲の周波数（50Hz / 60Hz）と90～265ボルトまでの電圧を受け入れることができます。

1.3.2.2. 安定（緑色）インジケータ

05STPシリーズレーザーシステムが適切な動作温度に達すると、「Stable/OT」インジケータが点灯（緑）し、閉ループ出力コントロールが稼働していることを示します。図1-4を参照。「Stable/OT」インジケータは、以下の条件で短く消灯することがあります：

- ・ 最初の20分間のウォームアップ中
- ・ 10℃の動作温度範囲を超えて周囲温度が変化するとき
- ・ ユニットがウォームアップ終了後に大きな熱慣性が蓄積してレーザーヘッド筐体での顕著な温度変化がある場合
- ・ レーザーの前にある光学素子や外部装置がビームを反射する戻り光による過度の光学キャビティフィードバックがある場合

閉ループ稼働を維持するためのSFAが長時間に亘って機能できない場合に、レーザーやSFAでの故障につながる可能性があります。



1.3.2.3. OT（赤色）インジケータ

「緑色」に点灯してユニットが安定した動作に到達したことを示すものと同じ LED が、以下の条件が発生すると「赤色」に点灯することがあります。

- ・ レーザーヘッドへの電流が切断されたが、SFAへの電流が供給され続けている。
- ・ レーザーヘッドが参照出力に達していない。
- ・ 単一周波数制御が出力制御ループを閉じることができない。

どの場合でも、「赤色」点灯が示しているのは、ミラーマウントがその最大許容温度限界に達し、誘導コイルへの電流が切られているということです。

この条件が適合しない場合は、SFAはリセットと最大温度限界の間を安全に繰り返します。この動作は、LEDが「緑色」と「赤色」で繰り返し点灯することで表示されます。

1.3.2.4. 出力調整

10回転のポテンシオメーターがアダプターの右前側からアクセス可能です。図1-4を見てください。



調整はプラスチック製調節ドライバーで行ってください。

重要

調整ネジを時計廻り（CW）に回すと、出力を典型値1.05mW（05-STP-912）や0.7～0.9mW（05STP910）まで増加させたり、中心周波数幅を400MHz以内に維持できます。1.7節を参照。
調整ネジを逆時計廻り（CCW）に回すと、出力を典型値0.5mW（05-STP-912）や0.35mW（05-STP910）まで減少させたり、ドップラーカーブの赤色側から少なくとも600MHzまでに維持できます。1.7節を参照。
各回転方向はトルク保護されており、回し過ぎると出力変更を示しません。

1.3.2.5. 作動原理

05STP 単一波長レーザーシステムが作動する原理は、キャビティ長（レーザーミラー間の距離）を制御できる場合に、ドップラー広がり TEM00 出力モードを出力と周波数について制御できることにあります。たいていの単一波長レーザーでは、熱伝導を（通常キャビティ長全体に亘って）用いてキャビティ長を拡大することで制御します。

05STP の原理は独自のもので、誘導加熱（IH）を用いて特別に設計されたミラーマウント構造の長さを制御します。このため、ずっと小さな制御機構で原理を実現できます。

さらに重要な点としては、この技術によってより急速なサーボ応答が可能となることです。

誘導サーボ制御回路のブロックダイアグラム図が図 1 - 3 に示されます。

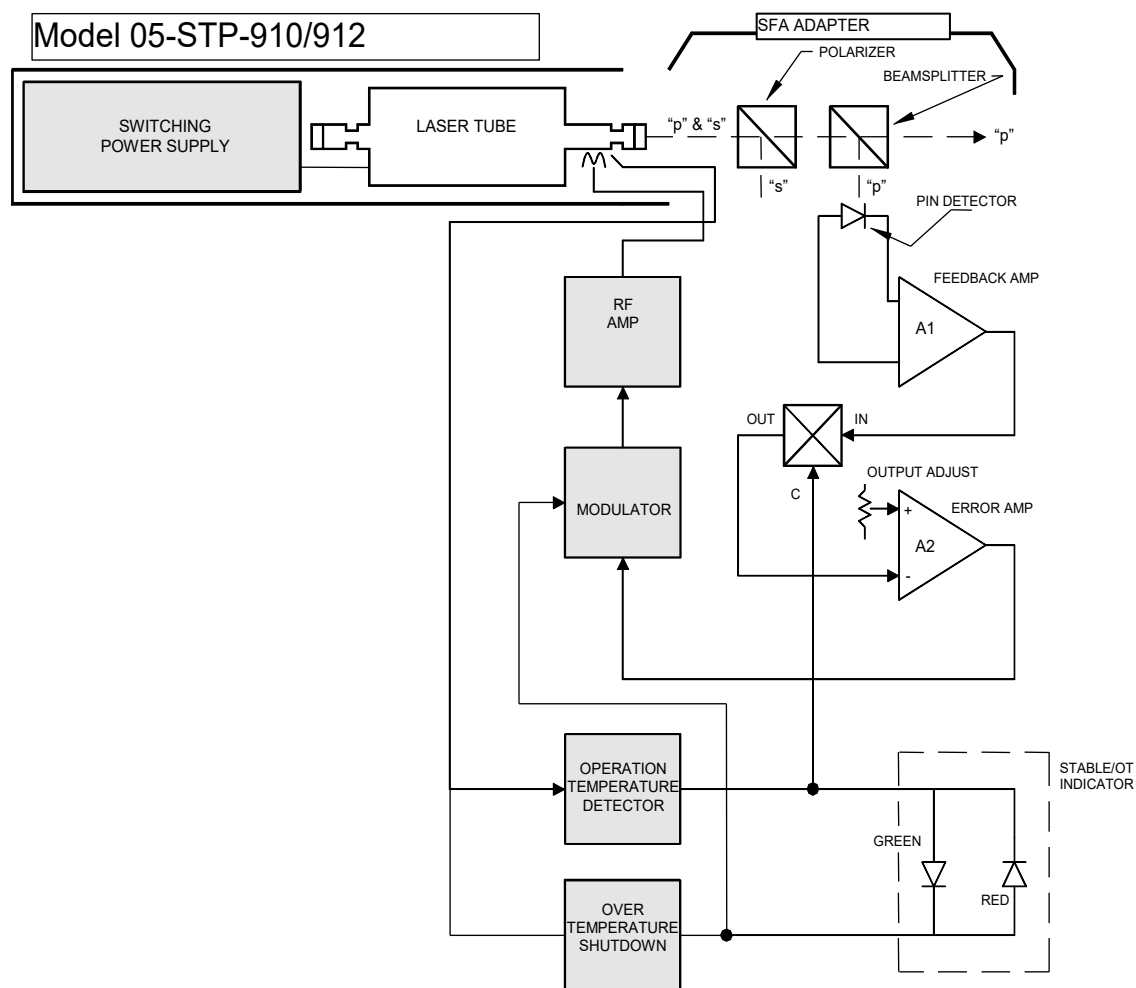


図1-3. 概略ブロック図

SFA（単一周波数アダプター）がモデル05STP910/05STP912レーザーヘッドに装着されていると、出射ビームは2つの条件付け光学機器を通過します。偏光子は不必要なモード（「s」要素）をブロックする一方で、「p」要素については非常に小さい微弱状態でも通過させます。ビームスプリッターは「p」要素の1部をサンプリングして、制御回路へのフィードバックとして使用します。ビームスプリッターもかなり偏光に敏感なので、この連携配置は非常に高い偏光消光比（1mWでの典型値1000:1超）を実現できます。

高品質のPIN検出器を使用してサンプリングした「p」要素を電流に変換してA1で増幅します。A2は単純なゲイン誤差補正増幅器で、変調器に必要なエラー信号を供給します。次に変調器がRF増幅器を駆動し、誘導コイルを経由してミラーマウントに最高10Wまでを供給します。典型値摂氏約80度に維持されるミラーマウント温度を温度検出回路でモニターして、誤差増幅器A2に対するフィードバック信号を制御します。ミラーマウントが前もって決定された温度以下に下がると、フィードバック信号をA2から取り除き、（ミラーマウントに）フル出力を掛けてキャビティ拡張を起こします。前もって決定された温度に到達すると、（「緑の」LEDで表示される）フィードバック信号がA2に戻され、回路は単一モード出力にロックされます。

何らかの理由で出力制御回路が閉ループ制御を維持し損ねる場合に、過熱シャットダウン回路はミラーマウントへの出力を取り除くように設定されます。この温度制限に達すると、「赤い」LED表示が点灯します。

1.3.3. 出力調整と動作確認

通常のウォームアップ終了後、出力を出力調整ポテンシオメーターで調整することができます。慎重に時計回りにねじ（ポテンシオメーター）を調節し、出力が少なくとも1mW（05STP912）あるいは0.80mW（05STP910）を維持していることを確認してください。次に、反時計回りにねじを調節して、0.70mW（05-STP-912）あるいは0.40mW（05STP910）よりも出力が減少するようにします。この範囲で出力を調整することにより、絶対周波数も同様に調整できます。モデル05STP912の場合、この出力周波数間隔は中央線から50～600MHzに対応し、05STP910の場合は、中央線から400～600MHzに対応します。

1.4. 予防のための維持管理

レーザーヘッドとアダプターは、空中浮遊物が高濃度の環境内に保存したり使用しないでください。この状態に露出すると、PIN検出器へのフィードバックに対する干渉を起こし、最終的に性能低下や故障につながる場合もあります。SFA出力光学部品表面への定期点検をお勧めします。



レーザーシステムの電源を落とし、電源ケーブルも取り外す必要があります。

SFA 出力光学部品表面を検査するには、シャッターを SFA（単一周波数アダプター）から取り外し、蛍光灯の光でその出射口を調べてください。いかなる異物の存在も許容できません。光学部品表面の洗浄が必要な場合、次の手順に従ってください。試薬グレードのアセトンあるいはメタノールを付けた清潔な綿棒を使います。ビームスプリッターの表面を穏やかに拭ってください。この処理を2度繰り返して、表面を確実にきれいにしてください。きれいなビームが得られない場合は、さらにこの処理が必要となります。



メタノールは有毒物質なので、無防備な皮膚への接触は避けてください。



内部の光学部品類を供給できるのは、公認のパシフィックレーザーテック社サービスセンターだけです。

アダプターヘッド内の両方の光学部品の方向付けについては図1-3を参照してください。

1.5. トラブルシューティング

本製品は何年も問題のない作動ができるように設計されておりますが、単一波長レーザーシステムには2つの基本的な故障メカニズムがあります。ビーム不出射は通常、05STP910および05STP912レーザーヘッドの故障ではありませんが、安定した出力を得るあるいは維持することができない場合、SFA（単一周波数アダプター）での障害がおそらく起きていることを意味し、表1-1と表1-2を参照して対処してください。

表1-1. ビーム不出射症状と原因

症状	点検	考えられる原因
SFA（単一周波数アダプタ）パイロットライトが「オン」となり赤色と緑色の点灯を繰り返している	白色カードを使ってレーザー出力から「青色」放電が放出されているかどうかを点検	レーザーチューブミラーマウントの離調。PLT社の資格を持った技術者のみが再度調律が可能
ビーム不出射あるいは放電グロー	レーザーの出射口の前に白いカードを置いて確認	レーザーチューブあるいは電源故障あるいは接続不良（電源入力側あるいは電源とレーザーヘッド間）

表1-2. 安定した出力を獲得できない、あるいは維持できない徴候と原因

症状	点検	考えられる原因
緑色インジケータが点灯（赤色への繰り返し変色なし）	外部の光学部品からSFA（単一周波数アダプタ）への反射ビーム	超過フィードバックによる干渉
インジケータが緑色と赤色に繰り返し点灯する	レーザー出射口の前にカードを置いてレーザービームが出射されているかどうかを点検	ビーム強度が指定値を下回っている
低出力設定では出力が安定するが、高出力設定ではロックしない	05STP912レーザーヘッドの出力が1.15mW未満あるいは05STP910レーザーヘッドでは0.7~0.9mW未満（仕様認証シート上の出力範囲参照）を示す	チューブの故障あるいはレーザーチューブミラーマウントの離調

1.6. 操作上の仕様

表1-3. モデル05-STPシリーズの操作上の仕様

電氣的				
パラメータ	最小値	典型値	最大値	単位
05-STP-910 / 05-STP-912レーザーヘッド (AC電源接続時)				
入力電圧*	104 or 207		126 or 264	Vrms
入力電流*		0.48		Arms
周波数	50		60	Hz
モデル 05-STP-910 レーザーヘッド (DC入力)				
入力電圧		1220		VDC
入力電流		4.0		mADC
モデル 05-STP-912 レーザーヘッド (DC入力)				
入力電圧		1600		VDC
入力電流		4.0		mADC
SFA (単一周波数アダプタ) (AC/DCコンバータ付属)				
入力電圧	90		264	Vrms
入力電流		0.2/0.1		Arms
周波数	50		60	Hz
モデル 05-STP-910 / 05-STP-912 システムEMI (AC電源)				
伝導電磁妨害 15MHz		-50	-35	dbm
機械的				
モデル 05-STP-910 / 05-STP-912 単一波長レーザーシステム				
温度				
稼働時	15		35	℃
同期範囲		±5		℃
保管時	-20		80	℃
湿度				
稼働時	0		90	%
保管時	0		90	%

*電源モデルに依存

Table 1-3. Operating Specifications for Model 05-STP Series (cont'd)

Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Units
Shock				
Impulse (IEC68.2.27)		30x11		gxmsec
Vibration (IEC68.2.6)	10		55	Hz
Warm-up		15	40	minutes

Optical				
Model 05-STP-910 Single Frequency Laser System				
Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Units
Output Range				
Power (633 nm), Typical	0.35		0.70	mW
Frequency ($\nu - \nu_{o(1)}$)	400		600	MHz
Beam Diameter ($1/e^2$)		0.48		mm
Beam Divergence (Full Angle)		1.70		mrاد
Spatial Mode (TEM_{00})	100			%
Optical Noise			0.10	%RMS
Polarization	1000:1	5000:1		
Power Stability				
1 Hour		± 0.1		%
8 Hour		± 0.1		%
1 month		± 0.1	± 0.2	%
Tempco			0.18	%/ $^{\circ}C$
Frequency Stability ¹				
1 Hour		$\pm$		MHz
8 Hour		$\pm$		MHz
1 Month			± 0	MHz
Tempco		3.60		MHz/ $^{\circ}C$

Notes:

1. See Section 1.7.

Table 1-3. Operating Specifications for Model 05-STP Series (cont'd)

Optical				
Model 05-STP-912 Single Frequency Laser System				
Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Units
Output Range				
Power (633 nm), Typical	0.60		1.40	mW
Frequency ($\nu - \nu_{o(1)}$)	50		600	MHz
Beam Diameter ($1/e^2$)		0.54		mm
Beam Divergence (Full Angle)		1.50		mrاد
Spatial Mode (TEM_{00})	100			%
Optical Noise			0.10	%RMS
Polarization	1000:1	5000:1		
Power Stability				
1 Hour		±0.1		%
8 Hour		±0.1		%
1 month		±0.1	±0.2	%
Tempco			0.18	%/°C
Frequency Stability ¹				
1Hour		±		MHz
8 Hour		±		MHz
1 Month			±0	MHz
Tempco		3.60		MHz/°C

Notes:

1. See Section 1.7.

05-STP-910/912

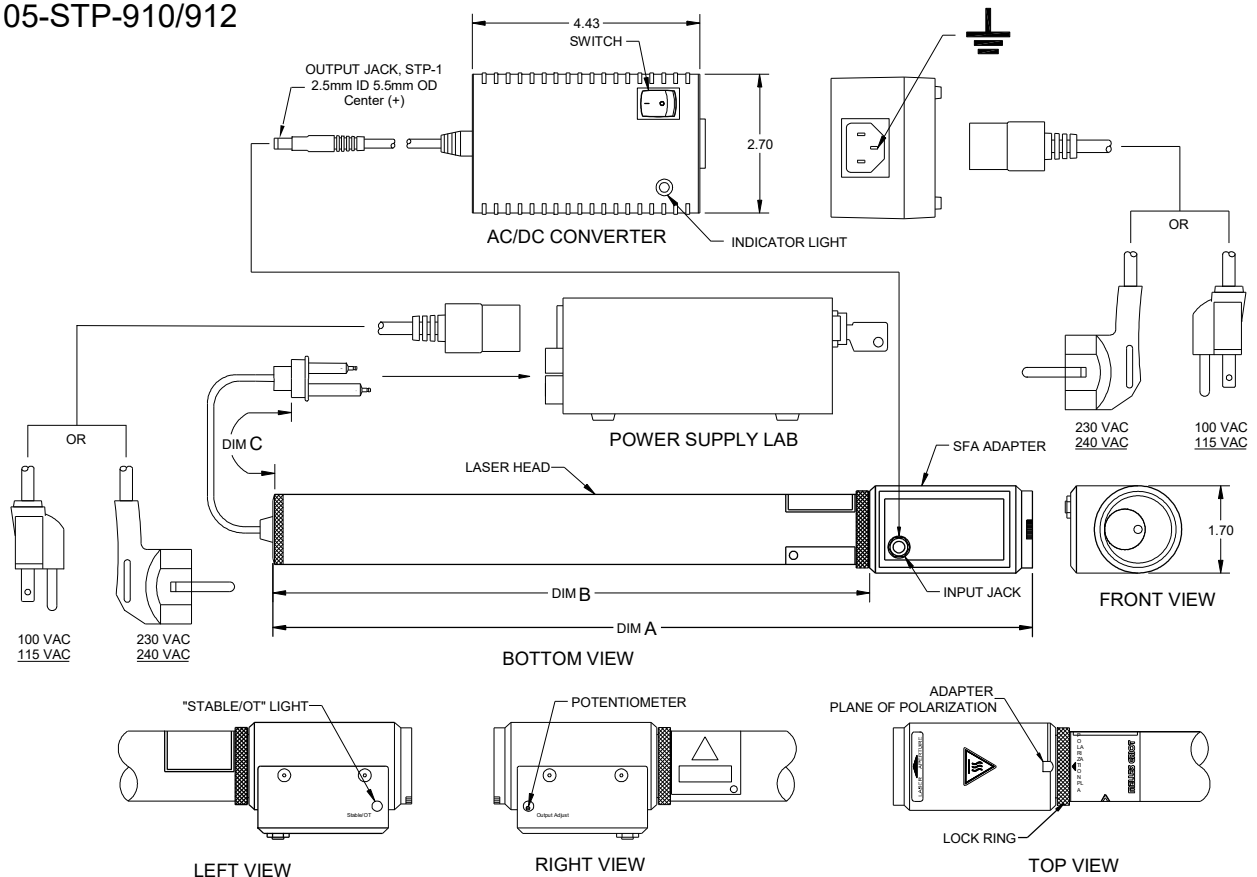


Figure 1-4

MODEL	DIM A	DIM B	DIM C
05-STP-910-XXX	10.20 (259.1)	6.96 (176.8)	72.00 (1828.8)
05-STP-912-XXX	11.89 (302.0)	8.65 (219.7)	72.00 (1828.8)

Figure 1-4. Mechanical Specifications of Models 05-STP-910 and 05-STP-912

1.7. Doppler Output Power/Frequency Function

Understanding the basic properties of a specific laser allows the output frequency of the Models 05-STP-910 or 05-STP-912 system to be accurately tuned over a large portion of the available doppler gain profile.

The output power of the Model 05-STP-910 or 05-STP-912 system as a function of output frequency (ν) can be described by the following relationship.

Formula 1

$$P_o(\nu) = A(n^2 \exp[-B(\nu - \nu_o)^2 / \nu_o^2])$$

where

- * P_o is the output power in mW
- * ν is the absolute output frequency
- * n is the tube excitation parameter (total single pass gain/total losses)
- * A, B are coefficients that describe various physical constants and tube design parameters
- * ν_o is the transition frequency center-line that is established as 473.6122×10^{12} Hz.

The "Doppler" output profile can be described in terms of output frequency with reference to the absolute transition frequency due to the magnitude of values encountered in the visible spectrum. In this case formula 1 is simply rewritten as:

$$P_o(\lambda) = A(n^2 \exp[-B\lambda^2 / \nu_o^2])$$

Figure 1-7 is a theoretical plot of the above equation versus λ for two conditions of n . Curve 1 depicts a normal condition of n that exists for a tube at the beginning of its operating life.

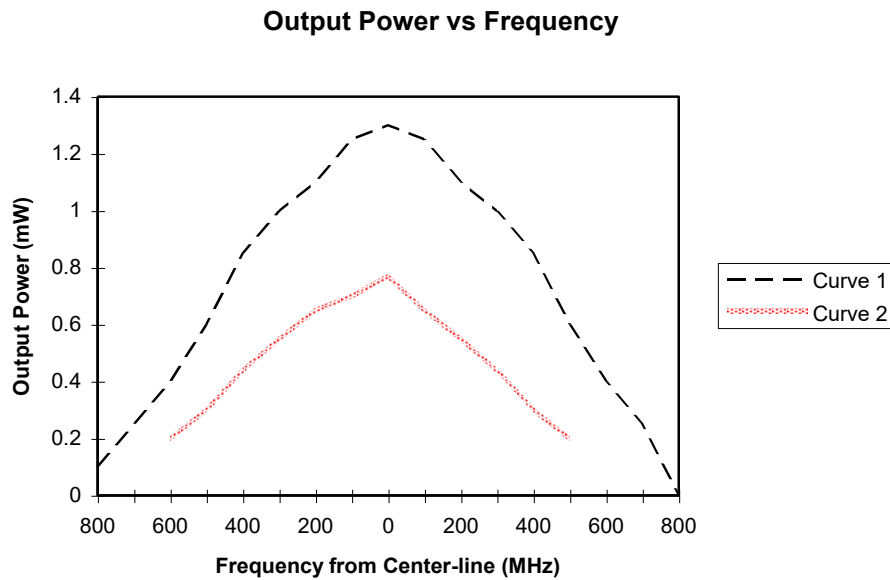


Figure 1-5. Output Power vs. Frequency

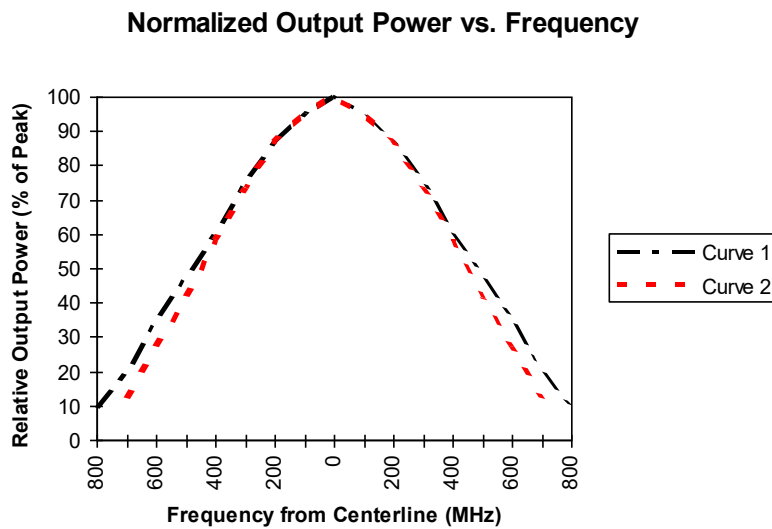


Figure 1-6. Normalized Output Power vs. Frequency

Curve 2 depicts the doppler profile that exists at the end of the operating life if n falls to 80% of its original value. This gain decrease may be from gas cleanup or increased absorption loss changes of the cavity mirrors.

The peak output power available (at center-line) drops to nearly half its original value.

If one normalizes both curves in Figure 1-7, it can be noted that this extreme degradation does not appreciably effect the shape of the doppler curve. Thus, if one were to know the peak value of output power (at center-line), a reasonably accurate calibration of output frequency could be attained by using a power meter a calibration curve similar to Figure 1-9.

1.8. Frequency Calibration

As explained in Section 1.7, the Model 05-STP-910, 05-STP-912, single frequency laser system may be tuned over a wide range of frequencies from center-line. Using a calibration curve, such as the one shown in Figure 1-9, the output frequency can be calibrated to typically better than $\pm 0\%$ accuracy of a given frequency on the "Blue" side of the doppler output profile for the 632.991 nm transition in Ne₂₀.

Figure 1-9 was constructed from measurements of a typical model 05-STP-910 system producing peak center-line power of about 1.3mW. As shown in Figure 1-8, the shape of this curve will not deviate substantially over the useful life of the laser.

A laser radiometer may be used for calibration by noting the peak center-line power during the warm-up period while in the "Peak" detection mode. The desired frequency can then be adjusted by looking up on the ordinate of Figure 1-9, the appropriate percentage of peak center-line power for the desired frequency. By multiplying this percentage by the peak level noted on the power meter, the output power may be adjusted for the desired frequency.

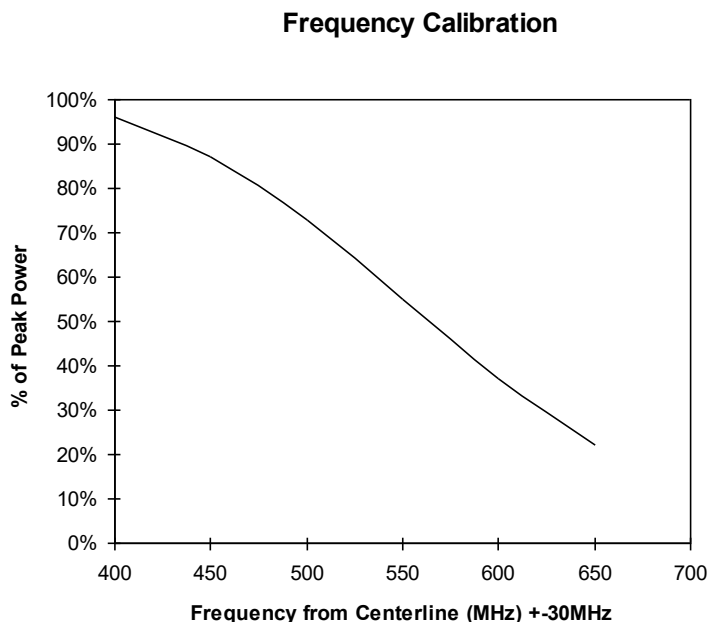


Figure 1-7. Calibration Curve

APPENDIX A: WARRANTY

Pacific Lasertec (“Manufacturer”) warrants its products to be free from defects in materials or workmanship for a period of one year from the date of shipment from the factory. The Manufacturer’s liability is limited to replacing, repairing or issuing credit, in our sole discretion, for any products that are returned by the original purchaser during the warranty period and fail to meet specifications. The Manufacturer makes no warranty that the products are fit for the use or purpose to which they may be put by the buyer, whether or not such use or purpose has been disclosed to the Manufacturer in specifications or drawings previously or subsequently provided, or whether or not the products are specifically designed and/or manufactured for buyer’s use or purpose. The Manufacturer’s liability for any claim for loss or damage arising out of the sale, resale or use of any of its products shall in no event exceed the selling price of the unit. Please contact the Manufacturer for any further required information:

Pacific Lasertec
215 Bingham Drive, Suite 110
San Marcos, California 92069, U.S.A.
Phone: (760) 539-7169

Email: contact@pacifclasertec.com

Please visit: <https://pacifclasertec.com/contact>
for International Distributors and Representatives