

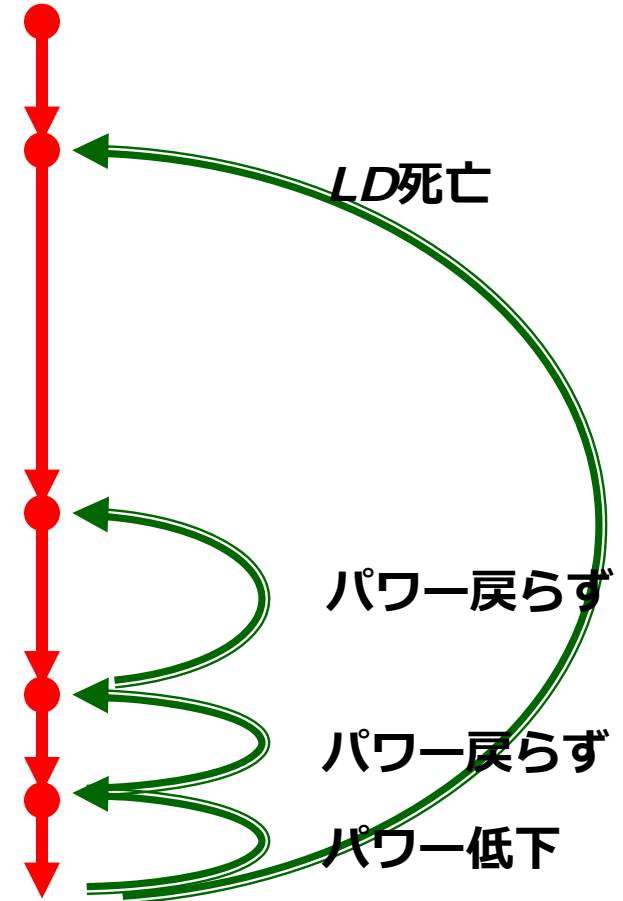
TAMA: Sony Laser Maintenance

Koji Arai - 2009/5/28

TAMA Sony Laser Maintenance

● Sony Laserのメンテナンス作業は以下に大別される。

1. 取り扱い一般論
2. 新規購入LDのテスト
3. LD交換
4. Slave Pumping粗調
5. Slave Pumping微調(双方向発振)
6. Slave Cavityのクリーニング
7. Master Slave alignment
8. Slave Pumping微調(注入同期)
9. 定常状態



1. 取り扱い一般論

● Sony Laserのコンポーネント

● Master Laser

Light Wave Electronics: NPRO 700mW

故障時は交換・アラインメントのみでOK。

出力が違う場合はモードマッチが必要

● Slave Laser

SONYカスタム。内部写真・図面その他は外部に公開しない。

● Slave Pumping: Fiber coupled LD

Quantel Laser Diode, QD-C1820-F6-FL (x2本)

ペルチェクーラー: 結露に注意

圧搾空気ペルチェに風を送るためとのこと

水冷チラー

● Input/Output optics

1. 取り扱い一般論

● Master Laser

- 停電前には停止およびコンセントを切っておく
- 不使用时にもStand-byにしておく(温調のため)
- パワー調整(ADJ)は通常は+0にする。
(寿命&thermal lensのため)

● Slave Laser

- キャビティを開けるときはパーティクル<100を確認。
- Full-powerで光らせる際はふたを閉じる。

1. 取り扱い一般論

● Pump LD

- 常に+/-端子を低インピーダンスでショート(ESD対策)
- 電流を流す前に冷却・温調が働いていることを確認
- 高出力・高密度の光に注意

たとえばNDでダンプは×。破損・コーティング蒸発などを引き起こす。

● 情報源

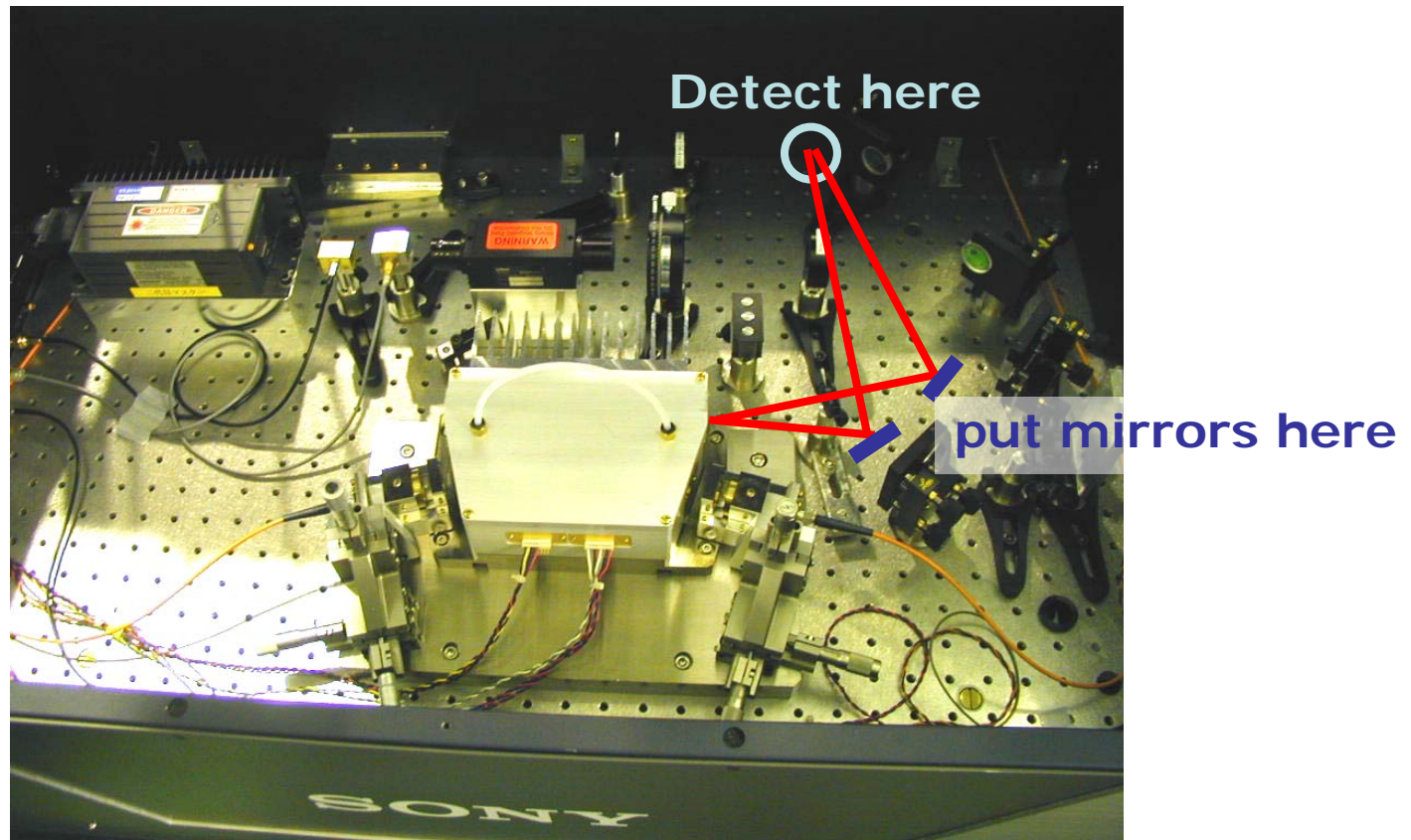
http://tamago.mtk.nao.ac.jp/tama/recom/internal/lib_internal.html

1. 取り扱い一般論

● 双方向発振セットアップの構築

NPROのシャッターを閉じる

双方向発振の光をCoherentのカロリメータに同時入射



2. 新規購入LDのテスト

● 参考資料

http://tamago.mtk.nao.ac.jp/tama/recom/internal/sony_laser_030106/sony_laser_LD_replacement.pdf

http://www.quantel-diodes.com/uk/fiche_produit.php?id_produit=3&gamme=2

http://www.quantel-diodes.com/media/produit/fichier/3_Dsmk-8047%20Compact%20fiber%20808nm.pdf

● テスト項目

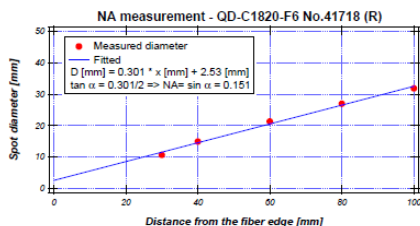
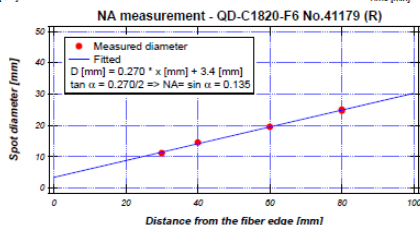
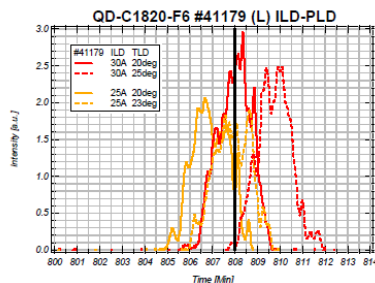
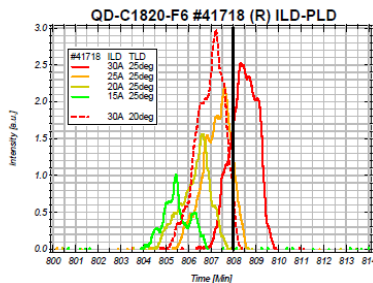
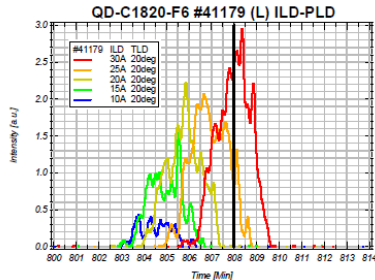
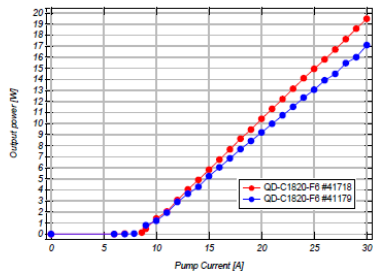
- 出力光量 (P-Iカーブ)

- N.A. (Numerical Aperture)

- 出力波長特性温度 (電流/出力への依存性)

2. 新規購入LDのテスト

● テスト例とスペックシート



Device type: Serial number: Date:

Case temperature	<input type="text" value="25.0"/> °C	Threshold current	<input type="text" value="8.1"/> A
Current at	20.0 W <input type="text" value="29.9"/> A	Slope efficiency	<input type="text" value="0.93"/> W/A
Voltage at	20.0 W <input type="text" value="1.74"/> V	Total efficiency at	20.0 W <input type="text" value="38.5"/> %
Wavelength at	20.0 W <input type="text" value="807.6"/> nm	Resistance	<input type="text" value="0.0037"/> Ω
Spectral width (FWHM) at	20.0 W <input type="text" value="2.0"/> nm		

OPTICAL POWER (W) vs CURRENT (A) CW. VOLTAGE (V) vs CURRENT (A) CW.

Checked by: Operator:

2-1 PI測定

●出力光量 (P-Iカーブ)

pump current[A]と出力光量[W]の関係
しきい値・最高出力などを確認

●セットアップ

チラー(テスト用・南通路)

LD Driver (緑色のマウント類シェルフの上)

TEC Driver (緑色のマウント類シェルフの上)

LD Testキット (デシケータ)

2-1 PI測定

● 設置手順

ペルチェを定盤に設置

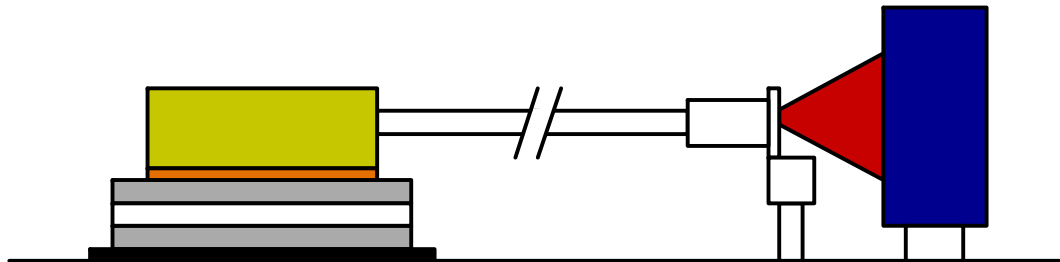
ペルチェドライバーへ配線(電流配線と温度計LM35の配線)

LDをペルチェに固定(インジウム $t=100\mu\text{m}$ を挟む)

LDの先はSMAになっているので、テストキット内中抜けSMAで固定

Nuvonyx(NE-C1XXX)の穴とQuantel(QD-C1XXX)の穴の変換には
石崎製Cuプレート挟む(ペルチェ側はシリコングリスでいいかも)

ファイバーの先はアセトンとレンズクリーニングペーパーで埃除去しておく
出力は30WまでOKのカロリメータ(Scientec)で受ける



2-1 PI測定

● LDの配線

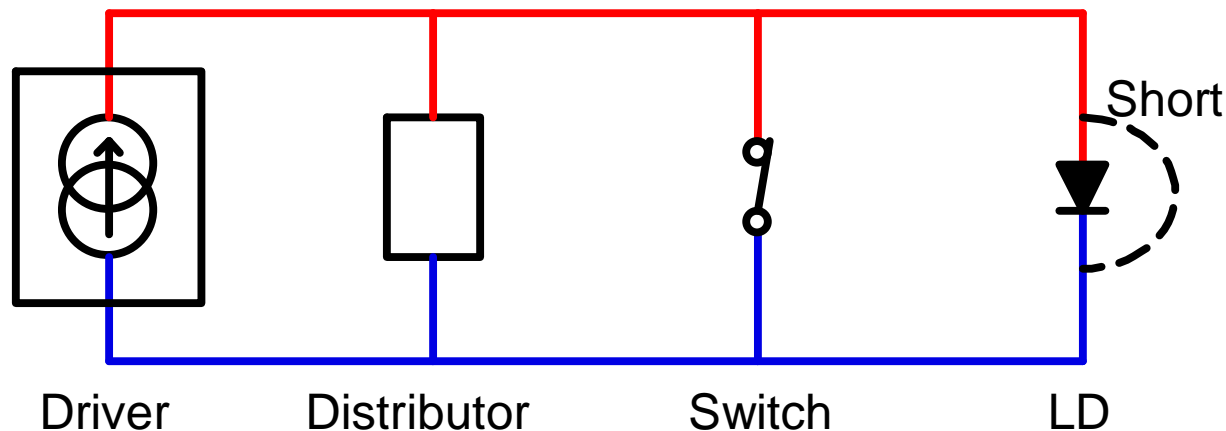
ドライバとテストキットの配電ブロックを接続。

配電ブロックにスイッチを並列接続

LDはショートしたまま配電ブロックに接続

スイッチはクローズのままLDのショート用銅板を除去

(スイッチはLD DriverのLDスイッチがONのとき以外常にクローズ)



2-1 PI測定

●測定

ペルチェドライバをON。

センサーモードをLM35にセット

T=25度に設定。温度の安定を確認。

たしかにLDは冷えているか？ シャシーをさわって確認

LDドライバをON(キー)。Max current limit 30A確認。

LDスイッチをON。LDのバイパススイッチをOpen。

2-3Aまで流してファイバーの先からLED的光が出てきているかセンサーカードで確認($\lambda=808\text{nm}$ は不可視)

OKならしきい値までカレントを増やす=>しきい値のメモ

OKならゆっくりとMax(30A)までカレント増加

Maxから0Aまで測定しながらカレントを落としていく

2-2 NA測定

- NAはファイバーのコアクラッド屈折率比で決まる

- NAとファイバー径が分かれば M^2 が計算可能

 - ⇒ウェストでファイバー径、広がり角はNAから算出⇒ M^2

 - ⇒ポンプレンズ系のモード計算に利用可能(通常は必要なし)

- **セットアップ**

 - LD点灯セット

 - 1mm方眼を枠型のNDプレートホルダにはりつけたターゲット
レンズ付きCCDカメラとスピリコン一式(カメラは除く)

- **測定**

 - LDを閾値以下で点灯させ、ターゲットに投射。裏からCCDで観察。

 - ターゲットの距離を変えながら、5-6点分画像をキャプチャ。

 - NA = 光の半径 r / ターゲット距離 D

 - 遠くなると回折で径が分かりづらくなるが、Maxの半分の光量で取る。

 - そのためには、最大光量の場所でサチってはだめ

2-3 波長測定

● セットアップ

LD点灯セット

アルミ板に穴の開いたもの、もしくはシグマのステージ用「板」など

⇒光の一部をサンプルするため

波長計+オシロ

● 測定

LDを閾値より上で点灯。板の穴から一部、光が透けるように設置。

穴から出てきた光が波長計ヘッドに入るように、ラボジャッキなどで調整
(アラインメントは微妙であるので多少コツがいる)

ピークが出たら、波長計出力をフロッピーに記録

- ・ T=25度でカレントを10A~30Aまでスイープ
- ・ 25A, 30Aあたりで中心波長が808nmになる温度を探索。

3. LD交換

● LD交換手順

双方向発振セットアップの構築

どのLDが壊れたかチェック

片方または両方のLDの交換

Pumping Alignment (片方向)

Pumping Alignment (双方向)

Slave双方向発振PI特性測定

注入同期PI特性測定

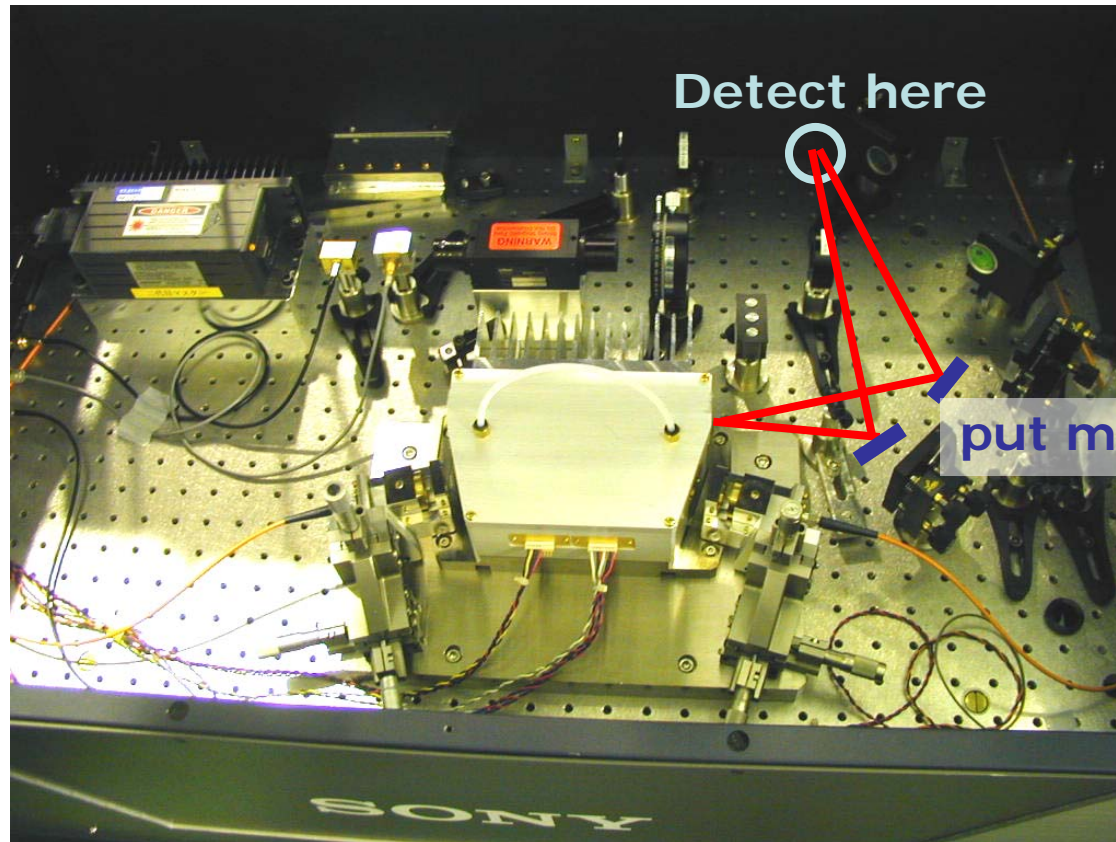
3. LD交換

● 双方向発振セットアップの構築

NPROのシャッターを閉じる

Slave Cavityを閾値より少しだけ上で発振させる

双方向発振の光をCoherentのカロリメータに同時入射



3. LD交換

● LDの交換

- ・ 交換対象のLDをペルチェから取り外す
- ・ 新しいLDをペルチェ台にセット
- ・ スレーブ側までファイバーを通す（先端のカバーをつけた状態で）
- ・ ファイバーの先端カバーを外し、端面をクリーニング。
- ・ Slaveへ取り付ける。
- ・ 事前のテストで判明している最適温度にTEC driverのSet Pointを設定

LD交換後はSlave Pumping粗調・微調を行っておく。

4. *Slave Pumping*粗調

● Pumping Alignment (片方向)

- ・ Pump Alignmentのマイクロメータの読みを記録しておく
- ・ 交換していない方のLDをSlave Cavityからはずし、パワー測定セットアップに待避しておく。(新しいLDだけでpumpしたいので)
- ・ 15A~20A程度の励起を行う。
- ・ X/Y方向(Transverse方向)のアラインメントをスキャンし、レーザー発振するアラインメントを探す。
(双方向発振パワーが急激に上がる)
- ・ 発振するアラインメントが見つかったら、パワーをmaximizeしておく

5. Slave Pumping微調 (双方向発振)

● Pumping Alignment (双方向)

- ・ Pump Alignmentのマイクロメータの読みを記録しておく
- ・ 双方のLDが接続されている状態で、Pumping Currentを増加させる。
- ・ 20Aあたりで、いちどアラインメントを調整(出力の最大化)
- ・ 24~25Aあたりで、もういちどアラインメント
- ・ 光る最大の電流あたりで、もういちどアラインメント

- ・ 調整が済んだらPI特性を測定
- ・ レーザー発振のしきい値を測定

6. Slave cavity cleaning

- キャビティが汚れてくると、注入同期パワーがSlave単体出力 + Master出力の大体8割以下になるという経験則がある

- 手順

- ・ Preparation

- 道具の準備

- 防塵装備の着用

- パーティクルレベルの監視

- ・ Cleaning

- Slave Cavityの開封・セラミックベース除去

- Cavity mirror cleaning

- VCM mirror cleaning

- YAG rod cleaning

- ・ Closing

- セラミックベース固定・Slave Cavityの封印

- (乾燥空気によるパージ)

6-1 Preparation

● 道具の準備

いったんクリーンブースを閉めたら、出入りしてはならない。
そのため、必要な道具は事前に全て用意しておく。

クリーンなドライバー(+)

ミラークリーニングセット: はさみ・鉗子・クリーニングペーパー

溶媒セット: シリンジ・アセトンとメタノール (必ずガラス小瓶から)

Note PC (VCNでレーザー自動化マシンに接続)

双方向発振測定セットアップ

● 防塵装備の着用

ロッカーに保管されている、防塵用のつなぎ/防塵シューズ

マスク・手袋

● パーティクルレベルの監視

レーザーブースを閉じる・インジェクションブースと隔離。

パーティクルレベル(0.3um)が100以下になるまでSlaveは開けない。

6-2 Cleaning

● Slave Cavityの開封・セラミックベース除去

Slave蓋のネジをゆるめる

内部のセラミック製のベースをとりはずす(ワレモノなので注意)

● Cavity mirror cleaning

4枚のミラーのうち固定されている3枚をクリーニング

クリーニングペーパーを適宜切って折りたたんだもので、

ミラーを拭き取る

1枚(or 3枚)を拭いたら、溶媒の乾燥を確認し、いったんSlaveの

蓋を閉めた後、PI測定。

PI特性に顕著な改善が無くなるまでくりかえす。

● VCM mirror cleaning

VCMについているミラーは力を加えるとミスアラインする可能性がある

あるので、ペーパーでこよりをつくり、これを鉗子で保持して、

やさしくミラーをクリーニング。洗浄後PI測定。

6-2 Cleaning

● Yag Rodのクリーニング

- ・ Yag Rodを固定しているネジを緩め、カバーを取り外す。
- ・ この際、ベース側・カバー側のどちらにRodが張り付いているか分からないので注意すること
- ・ 端面に触れない。可能なら側面をピンセットなどでつかんで、ベース(or カバー)から分離する。
- ・ 無理なときは、そのまま洗浄する。

- ・ 端面をクリーニングペーパーで洗浄。
- ・ 必要に応じて0.05mm厚のインジウム箔を交換。

- ・ 洗浄・再インストール後、PIを測定。

- ・ 09/05/27現在予備のYag Rodは1本。

6-3 Closing

● セラミックベース固定・Slave Cavity封印

- ・開けたときと逆の順番でSlave Cavityを閉めていく。

● (乾燥空気によるパージ)

- ・蓋についているチューブを使って、乾燥空気ボンベ(レーザーブース北側の机の下にある)の空気をゆっくり流す。

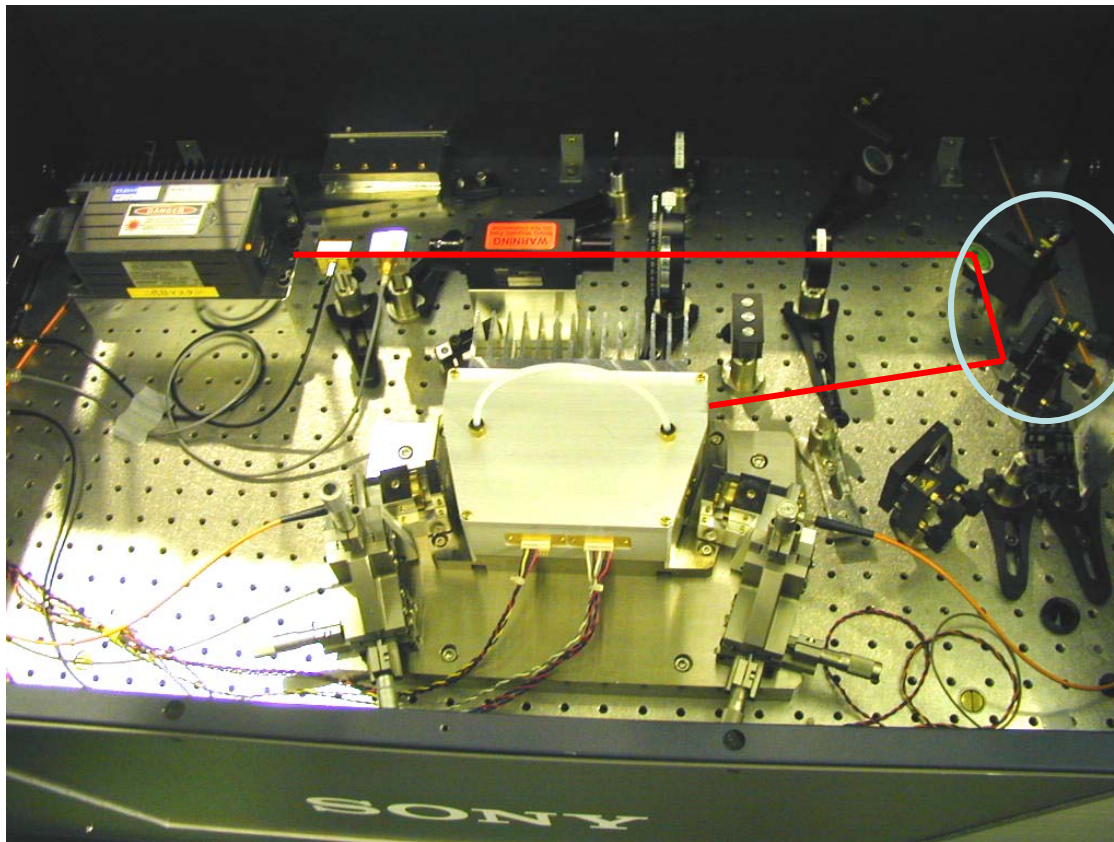
- ・ただしこれによりパワー低下するようなきもするので、最近は行っていない。

● 最終状態でのPI測定

7. Master-Slave Alignment

● 入射ステアリングの調整

- ・ 入射ビームアライメントがずれてくるとモードクオリティが低下し、注入同期パワーの低下に繋がる。



入射ステアリング

7. Master-Slave Alignment

● 手順

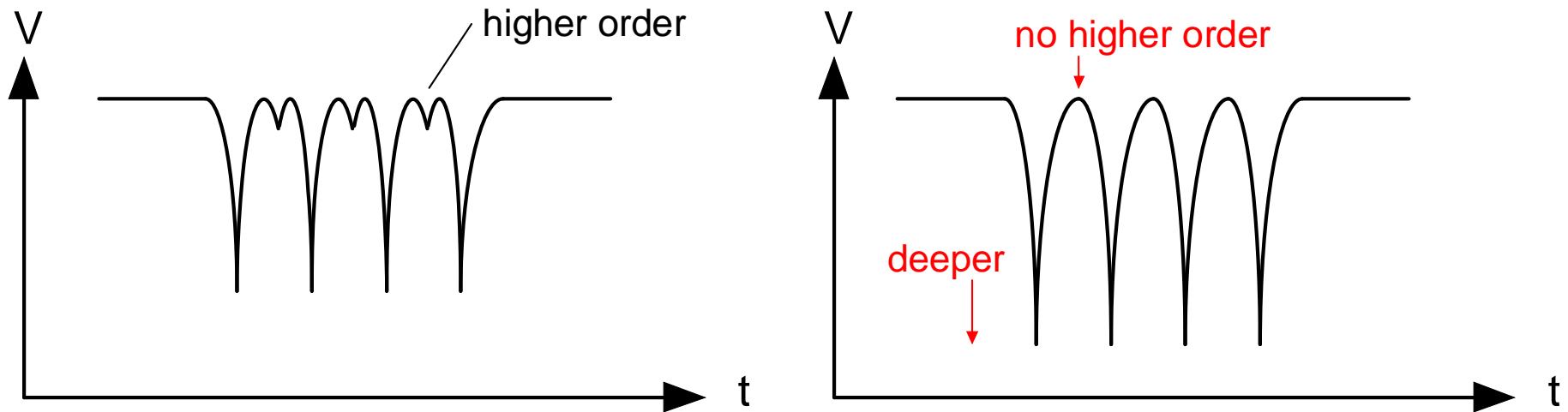
- ・ LD Current = 0A, Master NPROは点灯
- ・ Sony Laserラックにて: 変調用シンセを10Hz, 100mV程度に設定。
(元々の設定はRecallに保存されているが一応メモすべし)
- ・ VCM feedbackをシンセに接続。
- ・ 反射光PD前のNDフィルタを除去

- ・ ブース内のオシロにSlave Cavity反射光が出ているが、
4-5フリンジが表示されるようにシンセ振幅を調整
フリンジパターンを固定して観察できるようにオシロを調整

7. Master-Slave Alignment

● 手順2

- ・ ステアリングを調整し、共振の深さをなるべく深く、高次モードが無くなるように
- ・ 両ステアリングの効果は分離していないので common/differential に両方のステアリングを動かして調整すると追い込みやすい



- ・ 調整後はセットアップ(ND, actuator)を元通りに復旧する

8. Slave Pumping微調 (注入同期)

● Pumping Alignment (注入同期)

- ・ Pump Alignmentのマイクロメータの読みを記録しておく
- ・ NPROのビームを入射する。
- ・ 23~25Aあたりで、注入同期がかかる電流を探す。
- ・ 出力が最大となる電流あたりで、励起光をアラインメント

- ・ 調整が済んだらPI特性を測定
- ・ レーザー発振のしきい値を測定