

マイクロコンピュータを用いたレーザー光軸調整

椎尾 一郎・アヌン-クスノボ・大津元一・田幸敏治

Laser Alignment Aided with a Microcomputer

Itiro SHO, Anung KUSNOWO, Motoichi OHTSU and Toshiharu TAKO

The Review of Laser Engineering, Vol.11, No. 4, April 1983, pp.306-309.

© 1983 The Laser Society of Japan.

[レーザー研究, Vol.11, No. 4 (1983) 別刷]

レーザー技術ノート

マイクロコンピュータを用いたレーザー光軸調整

椎尾 一郎*・アヌン-クスノボ**・大津元一***・田幸敏治*

(1983年1月31日 受理)

Laser Alignment Aided with a Microcomputer

Itiro SIIO*, Anung KUSNOWO**, Motoichi OHTSU*** and Toshiharu TAKO*

(Received January 31, 1983)

1. はじめに

筆者らは $3.51\mu\text{m}$ の He-Xe レーザーを用いて H_2CO の高分解能分光を行ない、He-Xe レーザーの周波数安定化¹⁾、 H_2CO のシュタルク効果の観測²⁾などをすすめている。このレーザー分光システムの制御と分光データの処理のために、マイクロコンピュータを導入して周辺機器とソフトウェアの開発を行っているが、今回レーザー光軸の調整装置を試作した。

H_2CO の高分解能分光のための He-Xe レーザー装置の配置を Fig. 1 に示す。この図は H_2CO のシュタルク効果を測定する場合の実験系である。10mTorr 圧の H_2CO の吸収セルはレーザー共振器中に置かれ、この飽和吸収による反転ラムクぼみのシュタルク効果を測定する。分光対象としている H_2CO の $5_{1,5} (\nu=0) \rightarrow 6_{0,6} (\nu_s=1)$ の振動回転遷移は He-Xe レーザー

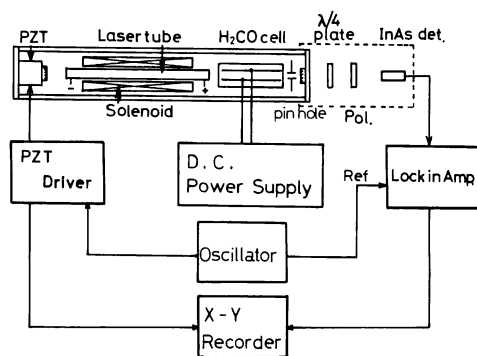


Fig. 1 3.51 μm He-Xe laser system for high resolution Stark spectroscopy of H_2CO .

の発振線に比べて約 180 MHz 短波長側にあるため、ソレノイドによりレーザー管軸方向に 124 G の磁場を作り発振線の同調を行っている。光検出器の前に置かれた $\lambda/4$ 板と偏光板は磁場により分裂した 2 つのゼーマン成分のうち短波長

* 東京工業大学精密工学研究所 (〒227 横浜市緑区長津田4259)

** Graduate School for Opto-Electrotechniques and Laser Applications, University of Indonesia, (Jakarta, Indonesia.)

*** 東京工業大学理工学国際交流センター (〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

* Research Laboratory of Precision Machinery and Electronics, Tokyo Institute of Technology, (Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 227)

** Graduate School for Opto-Electrotechniques and Laser Applications, University of Indonesia, (Jakarta, Indonesia)

*** International Cooperation Center for Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, (O Okayama, Meguro-ku, Tokyo 152)

側の成分を分離するものである。レーザーミラーの片方は電歪素子(PZT)に取り付けられ、波長掃引と周波数変調を行う。

この装置で得られる反転ラムくぼみの半値全幅は約 500 kHz である。シュタルク分裂の大きさは電場が 4 KV/cm で 1 MHz 程度であるため、精密なシュタルク効果の測定のためには H_2CO のガス圧や変調を小さくして数 10 KHz の分解能を得る必要がある。この場合反転ラムくぼみの大きさも数 10 分の 1 程度になるため、最大の反転ラムくぼみが得られるようにレーザーの光軸を調整しておかねばならない。

このようなレーザーの調整は次の手順で行う。まず光軸合せ用の 633 nm He-Ne レーザーを用いてレーザー管、ソレノイド、吸収セル、検出器、レーザーミラーを同一軸上に配置する。次に、レーザー管を放電させて発振強度が最大でかつ明瞭で滑らかな同調曲線が得られるように各光学素子の光軸に対する位置と傾きを調整する。同調曲線が不明瞭であったり、折れ曲りがある場合は反転ラムくぼみが観測されないからである。これは高次のモードが発生することにより効果的に飽和が起らないためと考えられる。

そこで同調曲線の大きさと形を評価するため従来は各光学素子の微動の度に、同調曲線を X-Y レコーダーに記録して、その強度と形の変化から微動の適否を判断して最適位置を探索していた。

一方、各光学素子の位置のパラメータは多い。Fig. 1 の場合レーザー管、吸収セル、ソレノイドの各々に光軸に対する位置と傾きを定める 4 個、ピンホールの位置の 2 個、各レーザーミラーのそれぞれに傾き 2 個、及び検出器の位置と傾き各々 2 個のパラメータがあり、合計 22 個ものパラメータを最適化する必要がある。このためレーザーの調整は多くの時間と経験を要する厄介な仕事であった。特に筆者らの場合装置が大型であり、また複数のレーザーを用いたビートの測定を計画しているのでこの調整は更に困難なものになる。

そこでこの作業の合理化をはかり、調整時間を短縮する目的で、マイクロコンピュータを用いた光軸調整装置を試作した。

2. 装置の構成と機能

本装置は、各光学素子の微動前後の同調曲線を比較して微動の適否の評価を行うものである。すなわち、微動前後の 2 つの同調曲線を CRT 表示器に重ね合わせて表示し、同時に同調曲線の強度と形を評価して数値で表示する。操作者は各光学素子を手動で微動して最適な調整を行うことが出来るように設計した。

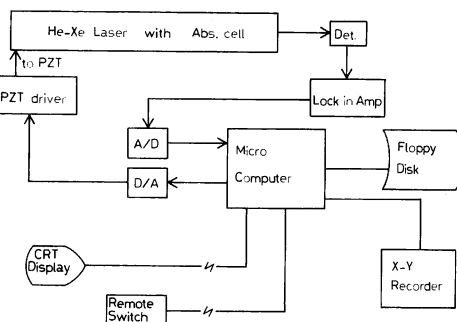
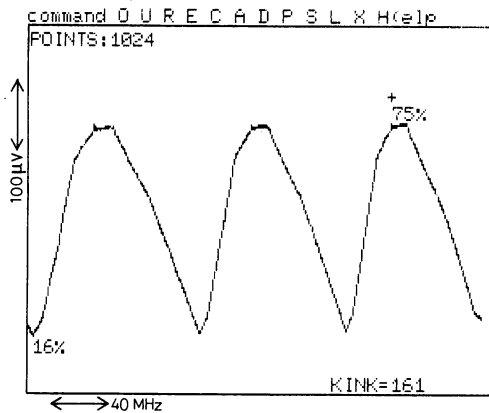


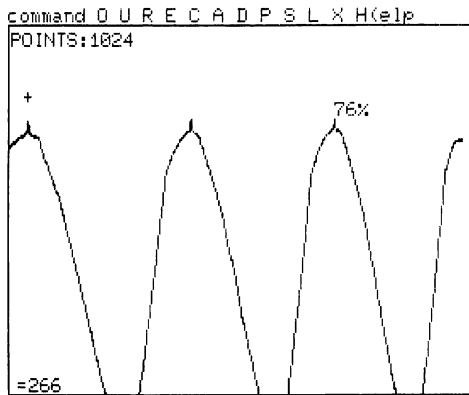
Fig. 2 Block diagram of the optical alignment equipment for laser systems.

装置の構成を Fig. 2 に示す。マイクロコンピュータは APPLE II で、64K Byte のメモリーと 280×192 画素のグラフィック表示機能があり、オペレーティングシステムは UCSD-Pascal である。A/D 及び D/A コンバーターはそれぞれ 12bit 分解能である。D/A コンバーターの出力は PZT ドライバにより増幅され、レーザー周波数の掃引と制御を行う。リモートスイッチは、PZT の掃引の開始と、チェックのための停止を行うものである。操作者は CRT 表示器とリモートスイッチを調整箇所を持って行くことが出来るため、大型のレーザー装置でも効率の良い調整が可能である。また、ディスク装置を使って同調曲線のデータを保存できるようにした。これにより種々のデータ処理や以前のデータとの比較が可能である。

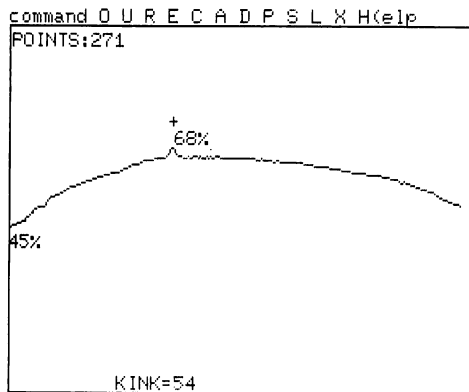
本装置の基本的な動作は PZT の印加電圧を



(a)



(b)



(c)

Fig. 3 Examples of display on CRT (a) before, (b) after alignment and (c) eight times expanded of (b), using the equipment. Alphabetic characters indicated upper are lists of commands for several data acquisition and processing.

くり返し掃引して同調曲線を CRT に表示することである。この例を Fig. 3 に示す。図中には数値のうちパーセント記号の付されたものは同調曲線の最大値と最小値をロックインアンプのフルスケールに対する百分率で示したものである。KINK 値として表示された数値は同調曲線の二次微分を差分で計算しその最大値を表している。図中で+記号は差分値が最大になった場所を示している。通常、この差分の最大値は同調曲線の滑らかさを表すが、反転ラムくぼみが現れている場合にはここで差分値が大きくなるためこの値は反転ラムくぼみの大きさを表すことになる。Fig. 3 (a) はレーザー調整が不完全な場合で、同調曲線が不明瞭でまた折れ曲りが大きく、その結果小さな反転ラムくぼみが現れている。本装置を用いて同調曲線の強度と滑らかさが最適になるように調整を行った結果が Fig. 3 (b) である。表示される数値が同調曲線と反転ラムくぼみの明瞭さを正しく評価しているので、本装置により従来よりの確かな調整が可能である。

基本的なくり返し掃引の他に、同調曲線の拡大掃引の機能を持たせた。これは最初に PZT を大まかに掃引して同調曲線の概形を調べ、次にその最大値付近を拡大して掃引、表示するためである。Fig. 1 の実験系では反転ラムくぼみが同調曲線の頂上付近に現れるようにレーザー周波数がゼーマン同調されているので、この拡大掃引機能により同調曲線の大きな変動に関係なく常に反転ラムくぼみ付近のくり返し掃引と観察が可能である。反転ラムくぼみの拡大掃引の結果を Fig. 3 (c) に示す。これは Fig. 3 (b) の横軸を 8 倍に拡大したものである。

3. まとめと使用結果

レーザー調整作業の能率向上のため、マイクロコンピュータを使用した調整装置を試作した。この装置の特徴を以下に示す。

- 1) 同調曲線が自動掃引され、その最大値と最小値、滑らかさが数値で評価出来る。
- 2) 同調曲線の頂上付近の自動拡大掃引機能

によりラムくぼみの変化が観測出来る。

3) 同調曲線の観察と掃引の一時停止が操作者の手元で可能である。

レーザーシステムの光軸調整の作業に本装置を採用することにより、従来1日以上かかっていた調整作業を1時間程度に短縮することが出来た。これは各光学素子の微動の度に PZT ドライバーと X-Yレコーダーを操作して同調曲線を記録して評価していた従来の作業が自動化されたためである。このような作業はレーザーの調整において一般的なものであるので、他の

レーザーシステムに対しても本装置は極めて有用であると考えられる。特に調整箇所が多い複雑なシステムや大型のレーザー装置では同調曲線の評価機能やリモート操作の機能が有益になるであろう。

参 考 文 献

- 1) M. Ohtsu, R. Koyama, A. Kusnowo and T. Tako: Jpn. J. Appl. Phys. **18** (1979) 1619.
- 2) I. Siiio, M. Ohtsu and T. Tako: Jpn. J. Appl. Phys. **21** (1982) 813.