

Stabilization of Subnanosecond Optical Pulse  
Generation for Laser Ranging岸田 俊二  
Shunji Kishida日本電気(株) 光エレクトロニクス研究所  
Nippon Electric Co., Ltd.  
Opto-Electronics Research Labs.

## §.1 はじめに

センチ級の高距離分解能を有する測距用パルスレーザレーダ光源には、常時 0.1-0.2 ナノ秒の短パルスを再現性良く出射しうるモード同期 Nd:YAG レーザが必要であるが、その実現にはいくつかの技術的課題を解決しなければならない。

固体レーザのモード同期には、大別して受動同期法と強制同期法とがある。前者によれば数ピコ秒の超短パルスが得られる反面、出射パルスの再現性が不十分である。一方、後者によれば最短パルス幅が 0.1 ナノ秒程度に広がる反面、急入りを調整下での出射パルスの再現性が前者に較べ格段に改善される。しかし、長期的には種々の環境変動により強制同期状態の調整が最適状態からはずれ、光パルスの共振器往復周波数と強制変調周波数との間にズレ、即ち離調を生じ、後述のごとく出射パルスの再現性が損なわれる。

測距用レーザは、一般のレーザ機器に較べその使用環境の変化が大きい。システム設計上高度の自動化と高信頼度化を図る必要がある。このためには、強制同期法を導入のうえ、その出射パルスの再現性を長時間に渡り自動的に維持する技術を開発し、レーザの耐環境性を強化しなければならない。

本稿では、以上の目的のために検討したいくつかの再現性向上技術につき、実験結果を含め簡単に述べる。

## §.2 環境変化によるモード同期状態の変化

短パルス発生に影響する環境パラメータとしては、温度、湿度、気圧、風、ホコリ、振動、励起変動、等が考えられる。これらの変動が一般のレーザ特性に及ぼす影響と対策はそれなりに検討されているが、モード同期レーザ固有の離調に結びつけた検討は少ない。

強制同期用の変調法としては、実用性の高い AO (Acousto-Optic) 変調器を用いた AM 変調法が普及している。この場合に、環境変化によるレーザ共振器内の光路長変化で離調を生ずると、光パルスが離調周波数で振幅変調され、これが固体レーザ固有の緩和振動を強く励振する(次頁図2点線参照)。出射パルスの出力、パルス幅、および出射タイミングの実用的な安定度を保つための許容離調範囲は 1kHz 未満<sup>(1)</sup>であるが、上記の環境パラメータ変動によって予測される最大離調値は 10kHz に及ぶ。

大きな離調をもたらす環境パラメータは、短期的には励起変動である。端面励起レーザによりこの離調の大幅圧縮が可能<sup>(2)</sup>であるが、構成が若干複雑になる。長期的には気圧変動が重要となる。季節変動に日々変化が加わり、さらに移動局用の場合には標高変化の寄与が加算され、レーザ部分の恒圧化が容易でない現状では、気圧変動が重要な変動パラメータとなる。他の温度等のパラメータは、恒温化等の対策が比較的容易なため、その重要度は相対的に低い。

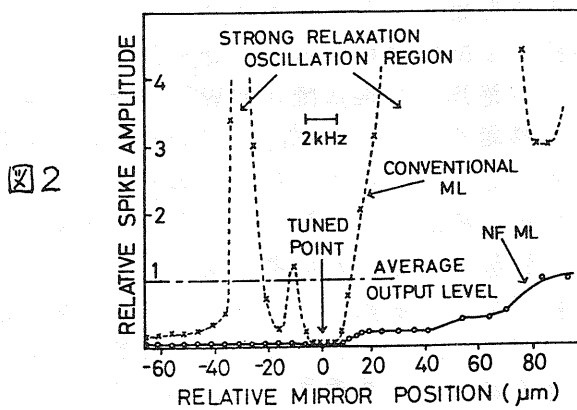
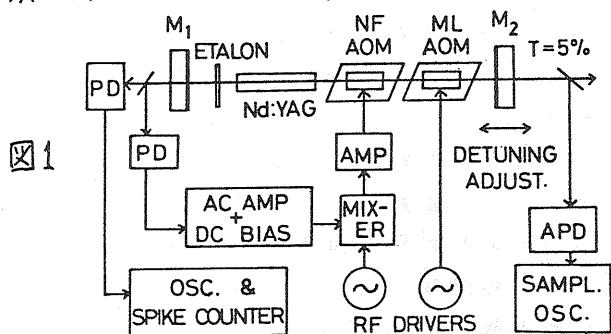
### §.3 離調圧縮技術のシステムの検討

強制同期方式により0.1 ns程度の短いパルス幅を得るには、CW発振もしくは間欠的な準CW発振を行わせる必要がある。前者ではCW発振からの抽出パルスを別のレーザで増幅するため、離調圧縮技術はCW発振状態に適用可能であれば良いが、後者では、同一のレーザ発振器でモード同期とQスイッチ増幅とを前後して行わせる(いわゆる Kuizengaタイプ<sup>(3)</sup>)のため、離調圧縮技術には過渡的な準CW発振状態に適用可能な改良が必要となる。

以下では、CWレーザに対し、離調を生じても出力安定度を維持する負帰還出力安定化技術<sup>(4)</sup>と、離調を自動的に許容値以下に保つ自動離調補償技術につき述べる。

### §.4 負帰還出力安定化技術

緩和振動は、光出力の平均値からの変動に比例した共振器損失を導入する負帰還安定化法<sup>(4)</sup>により抑制可能である。この方法をCW発振のAMモード同期状態に適用したところ、顕著な緩和振動抑制効果を得た<sup>(5)</sup>。実験構成図を図1に、結果を図2にそれぞれ示す。



スパイクカウンターによる観測結果も加えると、この方法により、①同調点での出力変動スパイクの頻度が2桁減少し、②安定なモード同期状態に対する許容離調範囲が1桁広がり(2 KHz)、③同調点での状態と比較し、2割程度のパルス幅広がり及び出力の変動を許容すると、許容離調範囲が10 KHz程度と広がり、ほぼ離調の予則変動領域をカバーできる。等の優れた特性が得られることが判明した。

### §.5 自動離調補償技術

離調量を検出して、自動的に離調を許容値以下に圧縮する帰還回路がFM変調のCWモード同期レーザについて研究されたことがあり<sup>(1)</sup>、AM変調方式の場合にも適用可能な技術が多い。ただしAM変調方式に固有の問題として、AO変調器の超音波共振に基づく周波数帯域と、緩和振動の誘発防止について検討する必要がある。前者に関しては、帯域が10 KHz程度あり、変調周波数の必要掃引帯域(即ち離調範囲)と同程度で支障ないことがわかる。後者に関しては、必要な場合に前節の負帰還安定化技術の併用が有効となろう。AM変調方式での自動離調補償技術の確立により初めて、野外用の高信頼度なサブナノ秒光パルス発生器が実現できると言える。

### §.6 今後のシステムの課題

以上、測距用レーザに固有の技術課題を取上げ、現状のCWレーザ技術を中心に説明した。出射パルスの出力及びパルス幅の許容変動値の仕様等の検討により、レーザ光源の発振方式をCWか準CWかに選択することになるが、後者の場合、前述の離調補償技術を準CW発振に適合させる改良が必要となろう。

#### [参考文献]

- (1) Köchner: Solid State Laser Engineering (Springer'76)
- (2) 岸田 等: 55年春 応物講演会 4aK9
- (3) Kuizenga et al.: Opt. Comm. 22 ('77) 156  
加藤 等: 本研究会予稿「モード同期パルス発生とパルス出力安定化」
- (4) 井上 等: 54年秋 応物講演会 30pR11
- (5) Kishida et al.: Opt. Lett. 5 ('80) 191