

## 大気汚染計測用大出力YAGレーザー

Powerpul and Stable Nd:YAG Laser for Atmospheric Studies

木村 博一 嶋田 隆司

H. KIMURA T. SHIMADA

東京芝浦電気株式会社 電子事業部  
ElectronTube& Device Division, Toshiba Corp.

清水 浩 竹内 延夫

H. SHIMIZU N. TAKEUCHI

国立公害研究所  
National Institute for Enviromental Studies

## 1. ま え が き

レーザーレーダ方式や信号処理技術の進歩に伴ない、使用されるレーザーも目的に合った特別な機能や性能が要求されるようになってきた。

Nd:YAG レーザはレーザーレーダの最も有効な光源の一つであるが、レーザーレーダが実用機として公害監視や予測などに有効に使用されるためには、広域測定のために大出力が必要であり、さらに信頼性・保守性のすぐれたレーザー装置が要求される。

ここに報告するNd:YAGレーザー装置は、最近完成した国立公害研究所大型レーザーレーダ装置(LAMP Lidar)用に開発したもので、その仕様・構成・性能について紹介する。

## 2. 要 求 仕 様

本レーザー装置が装備されるLAMP Lidarは下記のような主要性能を有している。

- ① 測定距離 50 km 以上の広域監視を行う。
- ② 測定方位の誤差は、絶対角度で 0.3 mrad 以下。
- ③ 1.06  $\mu$  及び 0.53  $\mu$  m の両波長で測定。
- ④ 10%/s の架台掃引スピード。
- ⑤ 高速のデジタル信号処理能力。
- ⑥ 固定局として設置し、24 時間連続運転。

このようなLidarのレーザー発振部として要求される主要仕様は表1に示す通りである。その他、すぐれた耐震性・耐環境性・保守性を有するとともに、Lidarシステムに合った操作性や制御方法が要求される。

項 目	仕 様
最大出力	平均 30W (1.06 $\mu$ m) 平均 10W (0.53 $\mu$ m)
パルス幅	20 n sec 以下
発振くり返し	30 pps
ビーム広がり	1 m rad 以下

表 1. レーザの主要仕様

## 3. 機 器 構 成

本レーザー装置は、下記のもので構成される。

- ① レーザヘッド(レーザーレーダ架台に取付)
- ② ランプ励起用電源ユニット(4台)
- ③ エネルギー蓄積ユニット
- ④ レーザキャビティ水冷用冷却ユニット(3台)
- ⑤ コントロールユニット(システム・電算機インターフェイスを含む。)

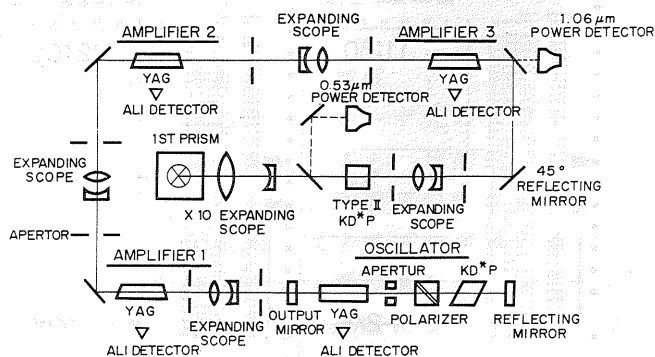


図 1. レーザヘッド構成図

レーザヘッドの構成は図1に示す通りで、インバ一共振器をもつ発振段と、3段のレーザ増幅器から成り、第2次高調波発生(SHG)素子としてオープン付のKD\*P Type II 結晶を使用している。各光学素子の大きさを表2に、ヘッドの外観を図2に示す。

光学素子	寸法 mm
OSC YAGROD	6φ × 76.2 L
AMP1 YAGROD	6φ × 1001.6L
AMP2 YAGROD	10φ × 127 L
AMP3 YAGROD	10φ × 127 L
SHG 結晶	15 × 15 × 30 L

表2. 光学素子の寸法

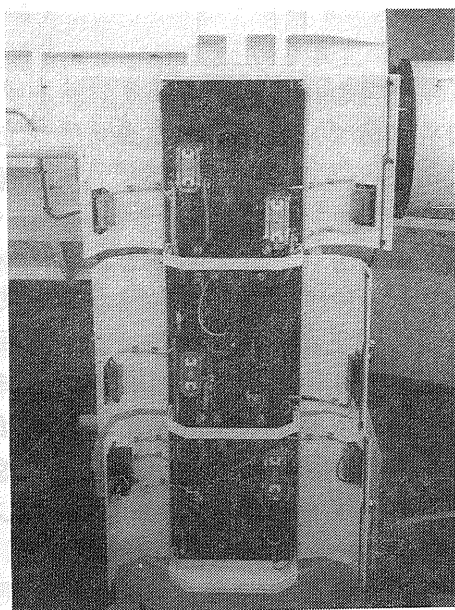


図2. レーザヘッド外観

#### 4. 特徴と性能

発振段は、レーザ増幅とSHGの効率を上げるためTEM<sub>00</sub>モード発振を行なった。プリユースターカットのKD\*Pを用いたQ-SWを用い、共振器長1m、ビーム径3mmで50 mJ/pulseの出力を得ている。励起ランプ入力を変化することによって得られた各種の発振モードを図3に示す。

各増幅段のロッドは、端面を傾けてカットし無反射コーティングを施すとともに、各段の結合を避けるために距離を離して配置し、段間にコリメータを設けた。また、各光学素子端面からの反射はすべてパーチャに当たり他の素子に戻らぬよう配置した。

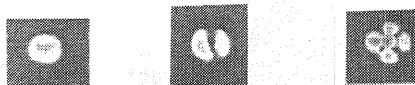


図3. 発振モードパターン

本装置のような、大出力高くり返しのレーザでは、増幅段のレーザロッドの熱ひずみのためにビームの性質が変化し、効率の良い増幅やSHGができなくなるばかりか、光学素子の破損に至ることがある。これらの悪影響を取りのぞくためロッドの十分な冷却を行う他に、次のような対策を行なった。

- ① 2本のランプでロッドを均一に励起し、熱影響を均一とした。
- ② 各段間のコリメータにより、ビームの性質を補正した。
- ③ レーザ発振に先立って予熱励起を行ない、発振中はロッドの熱ひずみを一定として安定な出力を得た。このようにして、最終段の出力として最大出力1.3 J/pulse、パルス幅16 ns、広がり角0.8 mrad、くり返し30 ppsのジャイアントパルス光が得られた。

上記1.06 μmのレーザ光を50°Cに制御されたKD\*P結晶に入射し、340 mJ/pulse、パルス幅14 nsecの0.53 μmの出力を得た。熱影響の少ない2段増幅後の600 mJ/pulseの1.06 μmのレーザ光をKD\*P結晶に入射した所35%の変換効率が得られたが、最終段では26%に抑えられた。

以上の1.06 μmと0.53 μmのレーザ光は、色消しの10倍コリメータを通して、レーザレーダのクーデ光学系へ送られ、受信望遠鏡と同軸に送出される。

その他、レーザ光路は防じん、防湿のためにシール構造とし、各コンポーネントはガイドレールを用いて取付け、また電気部品モジュールは前面に取付ける等、耐環境・耐震・保守性等に十分留意した。

#### 5. まとめ

TEM<sub>00</sub>モード発振器と3段のレーザ増幅器により、ロッドの熱影響を注意深く補正することによって、1.06 μmで平均30W、0.53 μmで10Wという大出力で安定なジャイアントパルスレーザ光を得た。

しかも、外気にさらされ24時間連続運転に十分耐えるレーザレーダ光源として実用性の高い装置として完成した。<謝辞> 本装置を設計製作するに当り、防衛庁1研、加藤烈氏をはじめ、大出力GPYAGレーザを研究また使用されている皆様から多くの助言、ご指導を頂きました。ここに深く感謝致します。