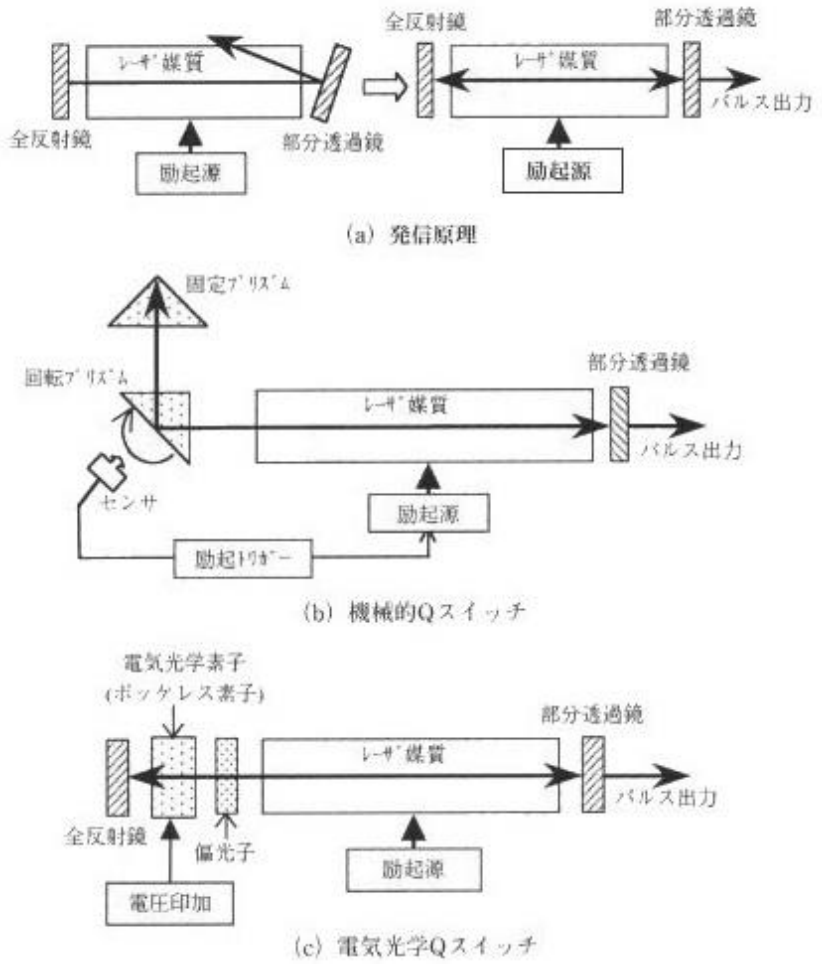
② 出力ーパルス波と連続波

(36) 固体レーザーは、パルス波、連続波（継続波）、あるいは準連続波で発振できます。

- パルス波固体レーザーは一般に、元祖であるルビーレーザーのようなキセノンフラッシュランプの種々のバージョンを用います。Q スイッチを使用して、反転分布が飽和するまでレーザーキャビティが共鳴するのを阻止する（例えば、片方のミラーを阻止するか、敢えてアラインメントをずらす）ことにより、ピークパワー出力を安定化させブーストします。

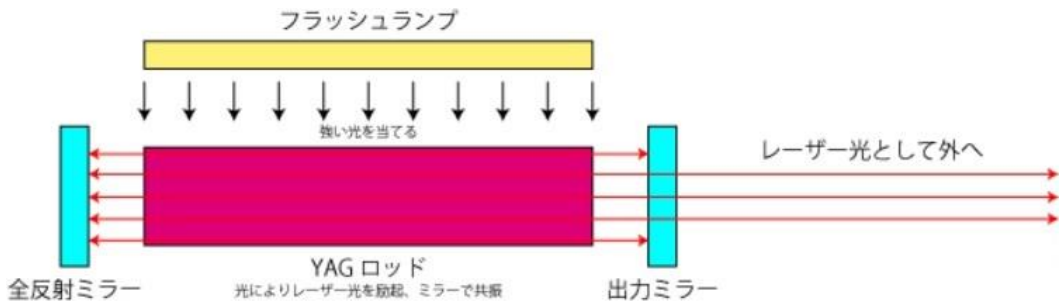


様々な Q スイッチ方式の固体レーザー

レーザ加工 Q&A Q2-2　Q スイッチレーザはどのようにして得られるのですか｜　レーザ加工 Q&A Q2-2　Q スイッチレーザはどのようにして得られるのですか (laser-navi.com)より引用

エネルギー出力はパルス毎にジュール（ワット秒）で計測されます。平均出力を算出するには、この数値に1秒当たりのパルス数を掛けます。各パルスのピークパワーを決定するには、パルス形状の知識を必要とします。

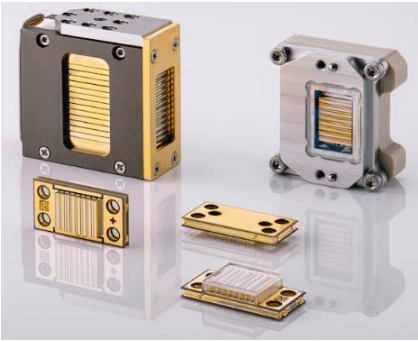
フラッシュランプ励起固体レーザーは、他のほとんどの励起方法でも到達できないような高いピークパワーが必要とされるところで使用されます。ただし、平均出力と効率は、高出力レーザーダイオード励起を用いる手法と比較して非常に低い場合があります（下参照）。



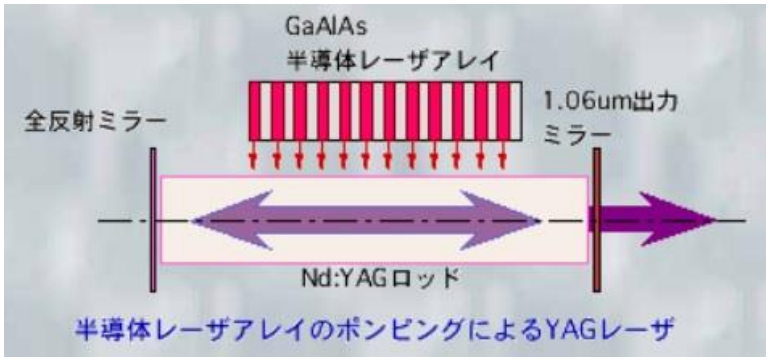
フラッシュランプ方式の固体レーザーの基本構造図
共栄産業株式会社・神奈川県川崎市中原区の精密板金 - YAG レーザー溶接 (kyouei-sg.co.jp)より引用

- (44) 連続波固体レーザーはキセノンアークあるいはクリプトンアークを使用するか、強烈な広域スペクトル光の光源を使う場合があります。ただし、今日のトレンドは高出力レーザーダイオードのアレイ(ずらりと並べた状態)を用いて励起する方法に向かっています。これらは、ネオジムの吸収バンド(約 800nm)に適合する波長を持つように設計されており、非常に効率的に励起します。ダイオード励起手法は、それらの効率、結果として得られる低電力消費量および熱発散、大幅な小型化、より高い信頼性およびより少ない(事実上ゼロ)メンテナンスの必要性故に急速に主流となりつつあります。実際のところ、比較的一般的ですが依然として高価な緑色レーザーポインター(直噴緑色レーザーダイオードの導入の前に)で入手可能なのは、周波数倍化をレーザーキャビティーの一部で行うダイオード励起固体レーザーです。詳しくは後ほど。

キセノンアークランプの一例



レーザーダイオードアレイの例



ダイオードアレイ方式の固体レーザーの基本構造図

光と光の記録　---　レーザ編（ガスレーザから半導体レーザまで）　(anfoworld.com)より引用

出力は他の連続波レーザーと同様に計測されています。

- (51) 準連続波固体レーザーは実際にはパルス波レーザーですが、パルス繰り返しレート（PRR）での動作は、（敢えて意図されているアプリケーション用に）継続波に見えるほど十分に高いレートで稼働します。一般に、これは少なくとも 50pps の PRR を意味しますが、電気光学 Q スイッチ駆動（上の Q スイッチ構造図を参照）であれば、数十、数百 kHz も可能でしょう。

  アプリケーションに応じて平均出力あるいはピークパルスエネルギーあるいは出力は性能に準ずる計測となる場合があります。

  この出力の周波数を 532nm（緑色）へと 2 倍化して人間の目には連続波のように見えるようにできても、それは真の継続波では無いため、レーザーTV あるいはライトショースキャニングには決して適さないことに留意ください。

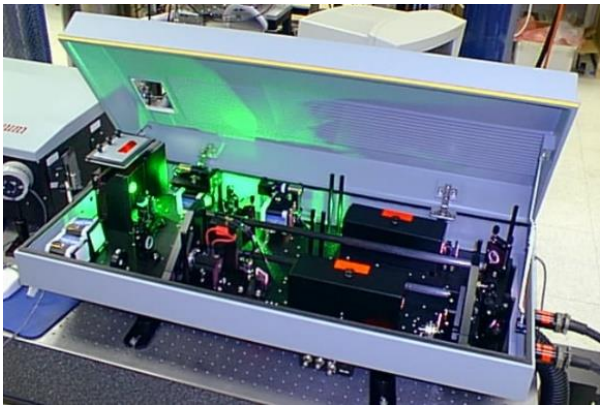
(55) Q スイッチレーザーの出力パルスのピークパワーが、Q スイッチ停止中あるいは Q スイッチ迂回時の出力と較べて何桁も大きな規模となる一方で、基礎となる出力波長（例えば、Nd:YAG レーザーでの 1,064nm）に関しては、総合エネルギー（パルス波）あるいは平均出力（準連続波）は一般により低くなることに留意ください。ただし、周波数逓倍を使用する場合（例えば、Nd:YAG レーザーでの 532nm 緑色）、総合エネルギーあるいは平均出力は、Q スイッチ増幅よりも実際には大きくなる場合があり、その理由は、周波数逓倍が非線形プロセスであり、ピークパワーが増加する際により効率的であるからです。アプリケーションによっては、高いピークパワーはより少ない総合エネルギーや平均出力を埋め合わせる以上のことをする場合や、その逆を示すことがあります。

固体レーザーの効率性

(59) （電源）コンセントの効率は、フラッシュランプ及びアーク灯励起の固体レーザーで1%未満から、レーザーダイオード励起の他のレーザーでは 25%まで変動する可能性があります。

（引用元：匿名(localnet1@yahoo.com).）

（レーザー）ダイオード励起 Nd：YAG レーザーは 40%の効率（ダイオードへの良好な熱制御有りのマルチモード稼働）を示すことができ、励起ダイオード自身は、約 45%の効率を示し、結果として正味 18%の効率を電力からダイオードに伝えて出射ビーム出力をもたらします。ただし、増加した励起出力では、熱問題が「あるポイント」を越えると効率を減少させることがあります。この減少は出力に依存しますし、もちろん、共振器と励起装置の設計にも依存します。



Nd:YAG レーザーの一例
Nd:YAG レーザー - Wikipedia より引用