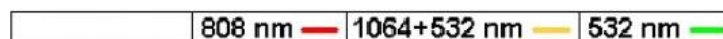
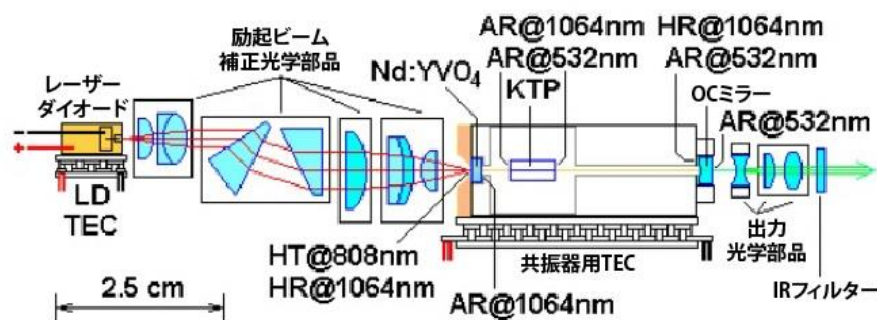
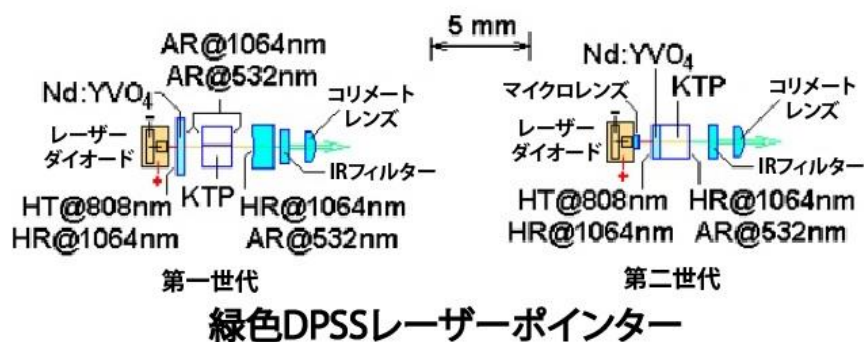


④ マイクロチップダイオード励起固体レーザー

(96)「固体レーザー」という言葉に言及する際に心に浮かぶのは、おそらく棒状あるいはらせん形のランプで励起するルビーロッドあるいは YAG ロッドのレーザーである一方、現在の連続波レーザーはダイオード励起のタイプ(「ダイオード励起固体レーザー」の節を参照)である可能性がより高まっていて、小出力から中出力のものは小さい1片の Nd:YVO₄ か Nd:YVO₄ 結晶を発振媒体に使用するでしょう。例えば、基本的な緑色 DPSS レーザーの構成は、典型的な緑色レーザーポインターと 100mW 緑色 DPSS レーザーの主要部品となっています。これら両方は Nd:YVO₄(バナデート=バナジン酸塩として省略)チップを使用して 1,064nm の赤外キャビティ内ビームを出力し、それを倍波して 532nm 緑色光を生み出します。



YVO₄ 結晶の一例



基本的な緑色DPSSレーザーの構造図

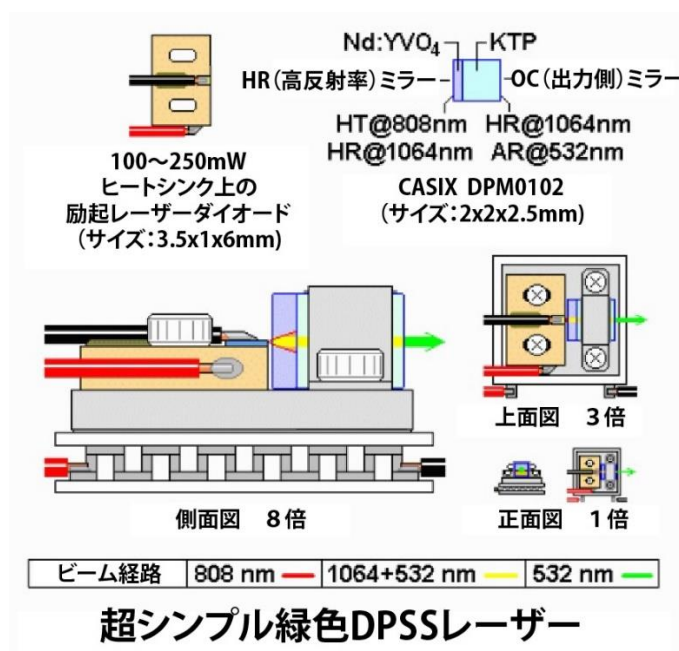
- 緑色レーザーポインターの場合、バナデート(バナジン酸塩)は通常約 0.5x2x2mm の大きさで、実際の活性部分は長さ 0.5mm 未満x直径 0.1mm ほどと、発振モード体積と励起ビームウエストによって決定されます。

- 100mW 緑色レーザーの場合、バナデート(バナジン酸塩)は通常約 1.2x3x3mm であり、活性部分は約 1.2mm 長 x0.15mm 径です。
- 2W 緑色 DPSS レーザー(構造図無し)の場合、バナデート(バナジン酸塩)は、3x3x3mm の大きさで、活性部分は 3mm 長x0.3mm 径であることがあります。

(102) 一部の人は、発振結晶の小ささ故に最初のレーザー(緑色レーザーポインター)だけを正真正銘のマイクロチップレーザーであると思なすかもしれませんが、これら3種の設計が類似しているので、私は他の2種も含めています。ただし、発振チップが活性領域と比較すると例外なくとても大きい唯一の理由は、製造、取り扱い、設置、そして発熱への考慮にあります。そのため、原則的に 100mW 緑色レーザーの場合、マイクロロッドは長さ 1.2mm x 直径 0.2mm が実際に必要とされるすべてであると表現されます。けれども、レーザーチップがコンピューターチップのように製造されて排熱を取り除く方法が判明するまでは、もっとずっと多くの材料を使用する必要があります。そして熱の問題こそが究極的に性能を制限しており、発振結晶のこれらのごく小さい破片は、熱によって破壊されることなくずっと多くの出力を生み出す能力が潜在的にあります。私が知っている最小で大量生産されたマイクロチップレーザー結晶は、CASIX DPM0101 ハイブリッドバナデート(バナジン酸塩)-KTP モジュール(1x1x2.5mm)で、一部の緑色レーザーポインターで使用されています。(入射面と出射面を除く)4つの全側面を冷却すると、レーザーポインターに必要とされる数 mW を越える能力を示す場合もあります。より大きい DPM0102 は少なくとも断続的に 50mW 超を出力できます(けれども2個の結晶を接続するために使われる接着剤は、しばらくして高強度の青色光によって損傷を受けている場合があります)。



CASIX DPM0101 結晶



CASIX DPM0102 搭載の緑色 DPSS レーザーの構造図

(110) Melles Griot 社製の低-中出力高品質緑色 DPSS レーザーは CASIX に類似している複合結晶を採用していますが、それは同社独自の光学接触設計で、糊付けはされず、高い共振器内フラックスにまつわる問題(高い光密度による集塵効果や光化学変化)がありません。同社は励起ビームを整形する光学部品と能動型 TEC 冷却を採用しており、これらはレーザーポインターよりずっと高性能です(もちろん費用もずっと掛かります！)。キャビティ(共振器)は 1.5mm ほど(未確認)のものなので、これは DPM0101 よりさらに短いですが、おそらく 1x1mm 超の断面を持つと私は聞きました。このモデルは現時点で最高 20mW までが利用可能な出力ですが、研究室ではずっと高い出力を得ています。詳細については「Melles Griot 社製 58GCS シリーズ緑色 DPSS レーザー」の節を参照。 [Sam's Laser FAQ - Commercial Solid State Lasers \(donkclipstein.com\)](http://www.donkclipstein.com/Sam's%20Laser%20FAQ%20-%20Commercial%20Solid%20State%20Lasers)

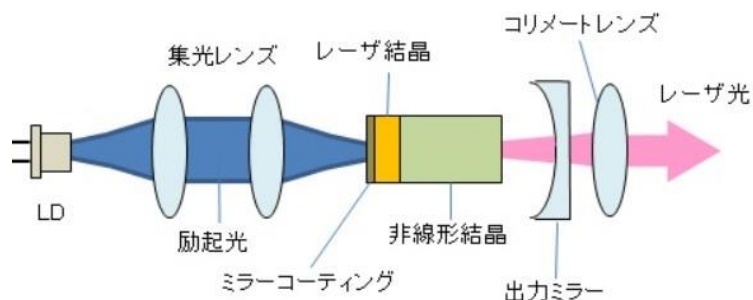


Melles Griot 社製 58GCS シリーズ緑色 DPSS レーザーの外観



Melles Griot 社製 58GCS シリーズ緑色 DPSS レーザーの内部

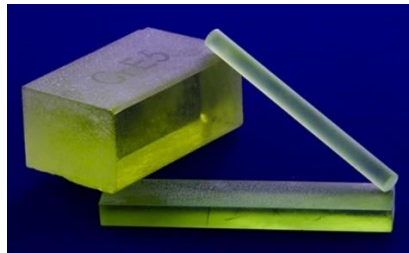
(115) レーザーロッドの体積の多くを使用するランプ励起ロッドベース側面励起固体レーザーとは異なり、端面励起 DPSS レーザーは、通常、ダイオード励起ビームを整形して非常に狭い(ビーム)ウエストに焦点を当て、レーザー結晶内の出力密度を引き上げて、キャビティの TEM00 モード体積に一致させます。これは、ランプ励起レーザーと比較すると極めて効率的なプロセスです。ダイオード励起光から赤外レーザー出力への典型的な変換率は 33%超です。これをランプ励起 YAG レーザーでの通常 1%の効率と比較してください。DPSS レーザーは赤外でコンセント効率 10%を超える場合があります、また周波数倍化効率(1,064nm の赤外から 532nm 緑色へ)が 50%を超える場合もあります。



端面励起レーザーの基本構造

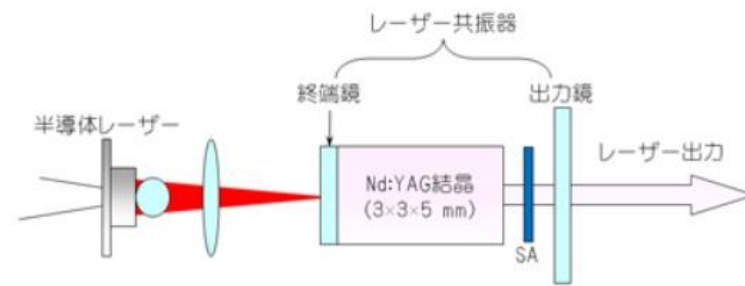
(120) マイクロチップレーザーはとても小さな発振材料を使用し励起ダイオードも非常に小さいため、非常に小型にすることができ、潜在的に大量生産が可能となって高価ではなくなります。

緑色レーザーポインター、低-中出力 DPSS 赤外レーザーおよび YAG あるいはバナデート(バナジン酸塩)ベースの緑色レーザーのほかに、あらゆる種類の他の固体発振材料が使用されます。通信用として特別の関心が向けられるのは、光ケーブルに最適な波長である約 1,530nm で発振するエルビウム(Er)添加の材料です。



Er (エルビウム) 添加ガラス

マイクロチップレーザーも高励起出力を必要としません。タイプ、キャビティ設計および励起ビーム形状によっては、数 mW の励起ビームが発振閾値を超えるのに十分となる場合があります、それらは非常に高いスロープ効率(レーザー出力での比率増加対励起入射の増加)も持ちます。



マイクロチップレーザーの基本構造

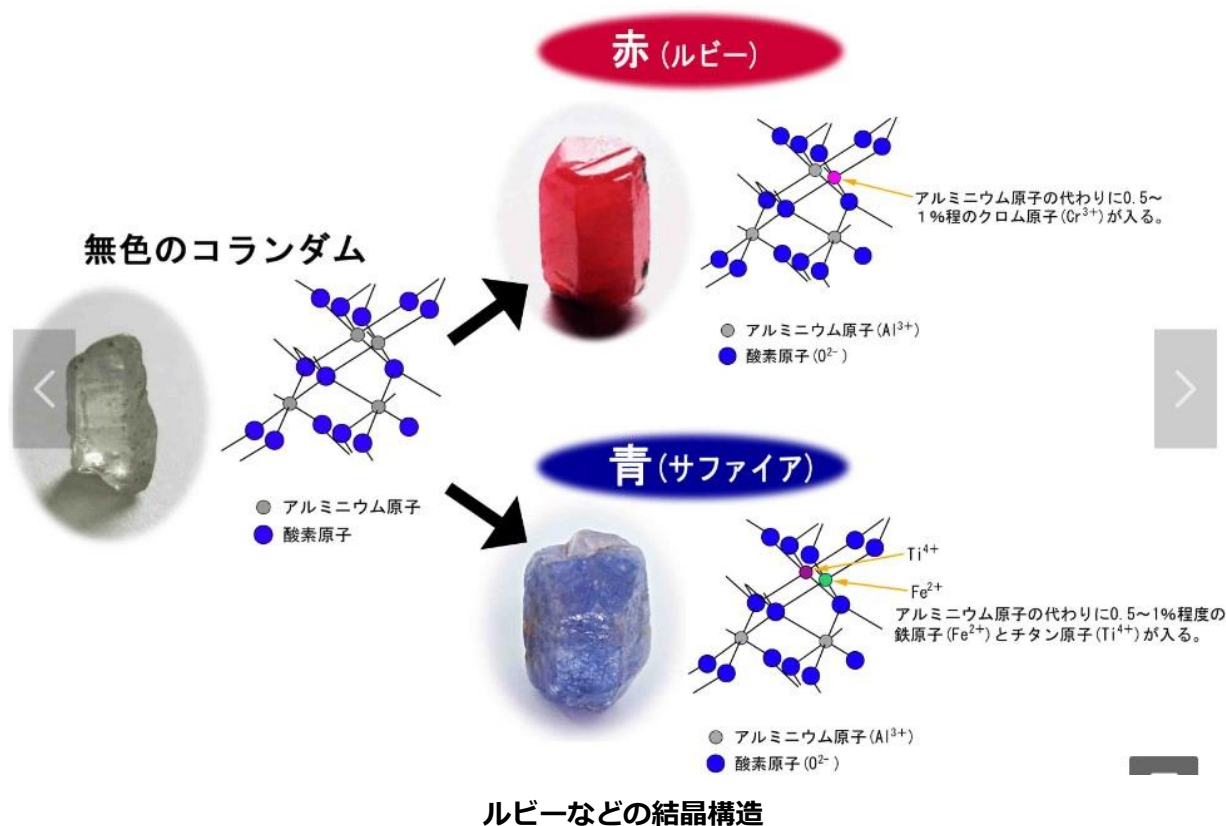
固体レーザーの出力を究極的に制限するもの

(126) ガスレーザーと比較して遥かに大きなエネルギーや出力を一定体積の固体レーザー発振媒体から得られる一方で、その規模は無制限という訳ではありません。励起入力を増やすにつれて同じ種類の効果が現れ始めます。ある点を越えると、すべてが最適な状態であっても起きるのは電気および冷却の請求額が上昇するということです。レーザーが壊れないものと想定して！発振媒体はやれる限りを尽くしているということです。

(引用元: Doug Little (dmlittle@btinternet.com).)

(131) 他の発振媒体同様、YAG やルビーや同様の固体レーザーロッドの出力は励起エネルギーに応じて上昇しますが、活性発振媒体が飽和する点までにしてください(すなわちすべてのドーパントイオン(不純物イオン)が上の遷移状態に励起されるまで)。この点を越えると、不要な排熱の発生を超えて余剰の励起エネルギーが変化をもたらすことはありません。同じく、低濃度のドーパ結晶はより早くこの状態に到達し、より長い蛍光発光の期間を持つでしょう、なぜならレ

レーザー「連鎖反応」は寄与イオンの減少によって抑制されるからであり、これは反応速度を遅くするために炭素棒を原子炉に突っ込むようなもの(まあ、私がこれについてこのように考えるのが好きですが、もしこれが良くない例えであると思うようなら、ご自由に私に火を着けるか、焦がすか、レーザー照射してください) 😊



(引用元: Sam.)

実際、私はそれが素晴らしい例えだと思っています。上のエネルギー状態にあるすべてのネズミ捕りについてだけ考えてください！ 😊

(引用元: Doug.)

(138) 飽和というものはかなり明白なポイントですが、熱心党の人が巨大な6ランプの装置を小さいピンクのルビーロード用に製作したら、それが2つや3つのランプ装置と同じ出力であるのを見るのは残念なことでしょう！ 😊

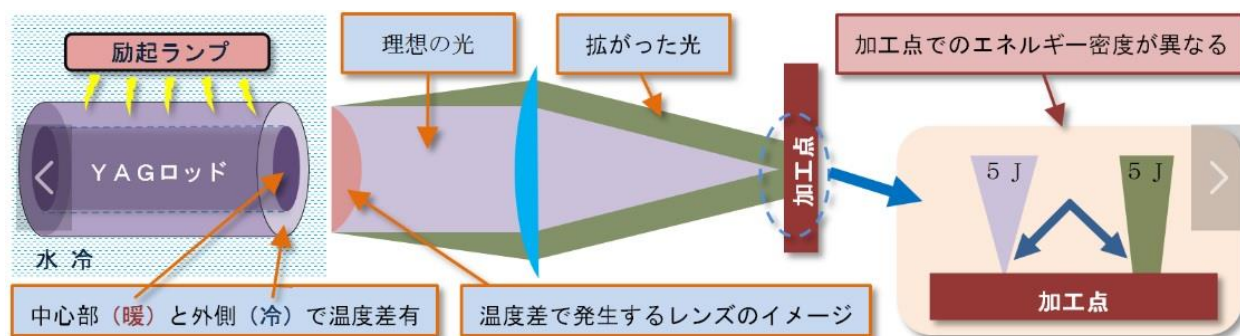
ドーパ率の違いとこれが通常レーザー発振にどんな影響を与えるかについての明確な説明が為されることもすてきでしょう。あなたがそれなりに有名な励起エネルギーでも適切に機能するレーザーを設計している際に、これは大きな違いを生むことができます。

(引用元: Sam.)

そう、最後の項目はいいでしょう。ボランティアですか？ 😊 ただし現実的に考えると、レーザーロードの余剰品について、添加率の特定やその制御を容易に行う方法は無いでしょう！

(引用元: Bob.)

(146) ある一定の大きさの結晶から取り出せる出力エネルギーや出力の量を制限するあらゆる種類の物が存在します：レーザー媒体のダメージ閾値、レーザー媒体のエネルギー貯蔵能力、熱に関する考慮事項および光学的な考慮事項（セルフフォーカスや熱レンズ効果など）。どんなレーザーでもその大きさを調整できますが、より多くのエネルギーを得るためにレーザーをより大きくしなければならない時が訪れます。ローレンス・リバモア国立研究所にある NOVA レーザーを見てください：光は、手のひらに納まる程の小さなレーザーロッドから始まり、それからフットボールスタジアムほどの面積を占める一連のレーザー増幅器で増幅されます！



熱レンズ効果



NIT（米国立点火施設）にある NOVA レーザーの外観