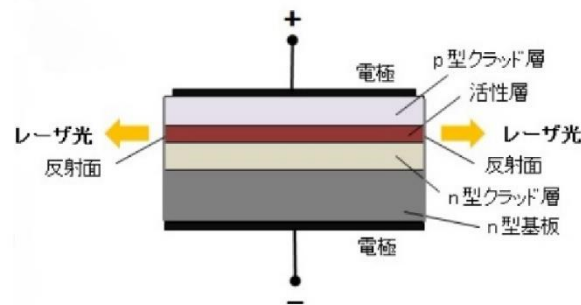


I 特徴、構造、安全性および通常のタイプ

① 固体レーザーへの導入

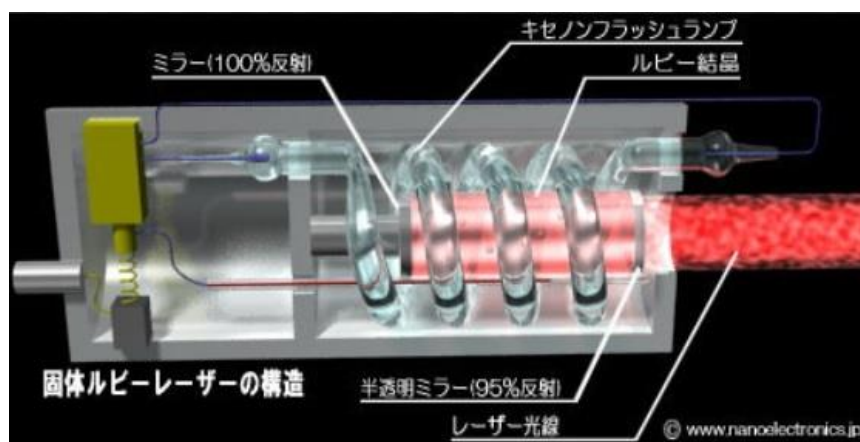
固体(SS)レーザーは固体結晶材料を発振媒体として使用し、通常光学的な励起を行います。固体レーザーは同じく「固体状態」である半導体レーザーあるいはダイオードレーザーと混同するべきではありませんが、それらはほとんど常に電氣的な励起を(原理的には光励起も一部では可能です)行っています。これらに関する情報は、「半導体レーザー」の章を参照ください。 [Sam's Laser FAQ - Diode Lasers \(donklipstein.com\)](http://donklipstein.com/Sam's%20Laser%20FAQ%20-%20Diode%20Lasers)



半導体レーザーの構造

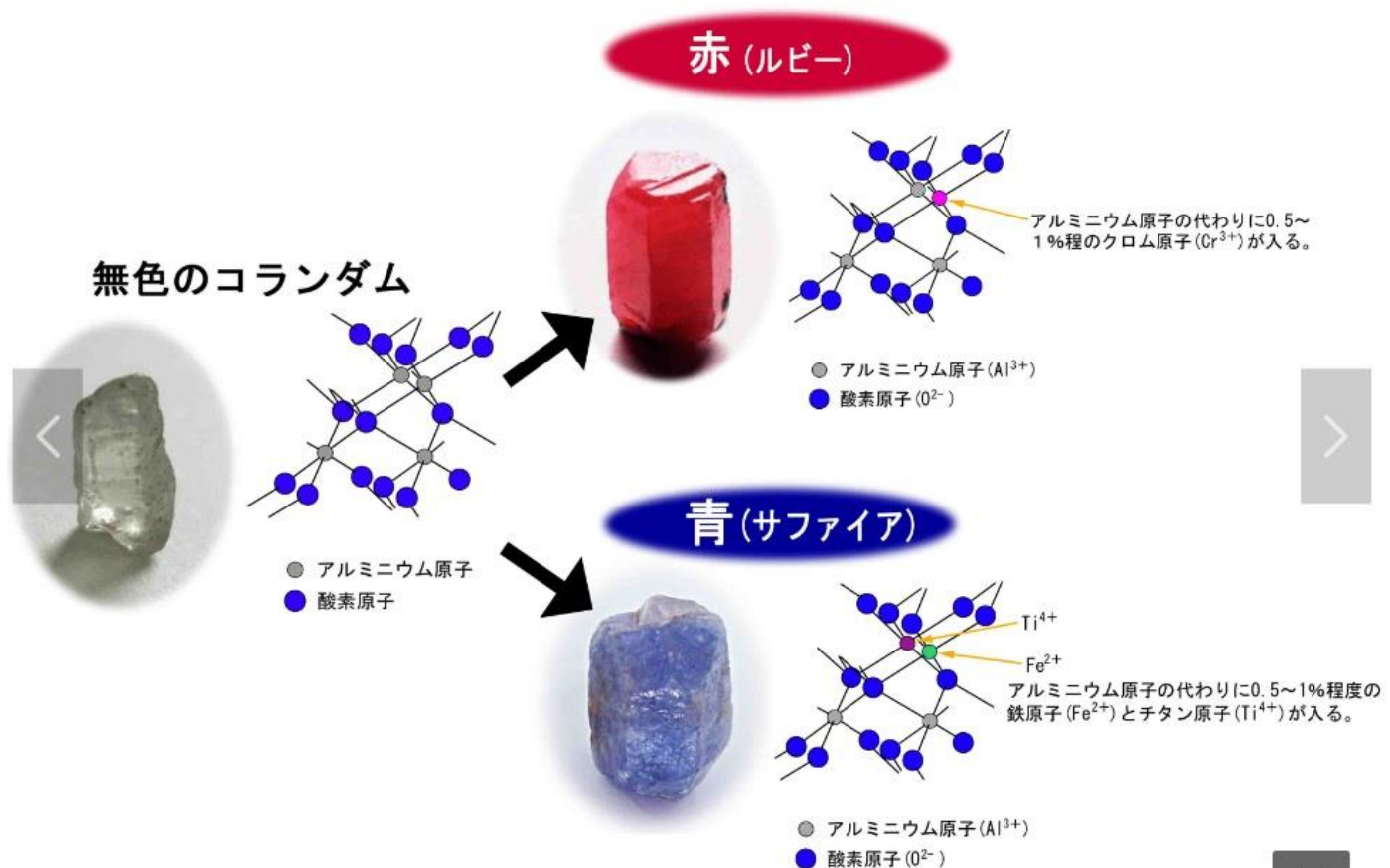
半導体レーザ(レーザーダイオード)の仕組みとは | ファイバーラボ株式会社 (fiberlabs.co.jp)より引用

(8) 1960年に発明された最初期のレーザーは固体レーザーでした。このレーザーは、両端(片方は半透明)にミラーが設置されている合成ルビーロッド(クロム添加のアルミナ)となっており、ロッドを取り巻いているらせん状のキセノンフラッシュランプで励起されます。ランプは屋内および高速の写真撮影で使用されるものに類似していました。青白光の激しいフラッシュが結晶構造内のクロム原子の一部(レーザープロセスに関する限り、アルミナは構造のみであり、不活性要素です)をより上のエネルギー状態に励起し、それらが誘導放出に加わります(この内容が分かりにくい場合には、簡易な説明として「レーザーとは何であり、どのように機能するのか?」(下記 URL)の章を参照ください)。結果は 694.3nm のコヒーレントな赤色光 — 世界で前例のないレーザー光線 — の強烈なパルスでした。ガスレーザーと半導体レーザー(の開発)がすぐ後に続きましたが、固体レーザーだけが最初であると主張できます。 [Sam's Laser FAQ - Preface, Introduction, What is a Laser?, Safety \(donklipstein.com\)](http://donklipstein.com/Sam's%20Laser%20FAQ%20-%20Preface,%20Introduction,%20What%20is%20a%20Laser%20?,%20Safety)



ルビーレーザーの構造

「レーザー」・ナノエレクトロニクス (s-graphics.co.jp)より引用



ルビーとサファイアの結晶構造

[鉤物の色 \(city.kurashiki.okayama.jp\)](http://city.kurashiki.okayama.jp)より引用

(14) 初期の段階でこれらのレーザーが風船を破裂させたり、カミソリの刃に穴を開けることができることが分かっていますが、誰かがレーザーエネルギーの新しい測定値を造り出そうと、一度に何枚のカミソリの刃に穴を開けられるかという「Gillettes」単位で計測しようとした 😊。そして、携帯式殺人光線兵器がすぐに続くだろうという人気の高い考えは、弱々しいガスレーザーの上ではなく、これらの種類の固体の状態レーザーのデモに基づいています！（炭酸ガスレーザーが実際にはサイエンスフィクションの典型的な熱線としてずっとありそうな候補者ではありますが）

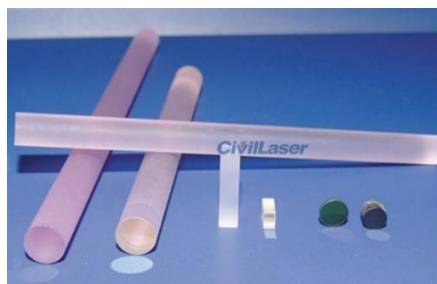
(16) 固体レーザーはあらゆる種類のアプリケーションで使われ、その中には、材料加工（切断、穴開け、溶接、マーキング、熱処理など）、半導体製作（ウェハー切断、ICトリミング）、グラフィックアート（ハイエンドな印刷とコピー）、医療および外科手術、距離計と他のタイプの計測、科学研究、エンターテインメント、また高いピークパワーそして／あるいは高い連続出力が必要とされる多くの他の分野が含まれます。高エネルギーパルス YAG レーザーがロケット推進実験（まあ、少なくともフォトン（光子）の圧力を使って1オンスかそこのアルミニウム砲弾を数フィート飛ばすために！）で使われもしました。世界で最大（最高のピークパワー）のレーザーは固体レーザーです。光のショーや他のレーザーディスプレイ用のレーザープロジェクターの多くは、アルゴンやクリプトンイオンなどのガスレーザーよりも固体レーザーを使用します。そして、緑色レーザーポインターはダイオード励起固体（DPSS）レーザーです。



レーザー加工のイメージ

一般的なタイプ

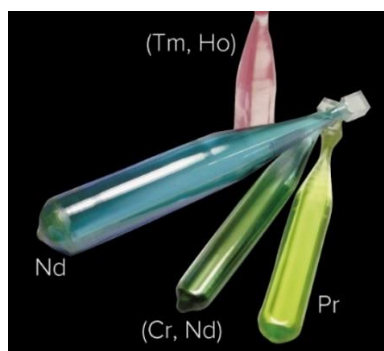
(22) 現代の固体レーザーは最初のプロトタイプとそれほど異っていません。ただし、ルビー結晶の存在が継続している一方で、現代的な固体レーザーの大多数は、Nd:YAG (Y₃Al₅O₁₂ であるイットリウム・アルミニウム・ガーネット)、Nd:YVO₄、ネオジムガラスなどのネオジム(Nd) 添加物質を使用します。これらは、他の望ましい物理的・光学的特質と同様、ルビーレーザーよりもずっと低い発振閾値を示します。ネオジム添加レーザーの最大の出力波長は 1,064nm 辺りで、近赤外(780~2500nm)であり視認できません。



Nd:YAG ロッド

[レーザーロッド Nd:YAG レーザー結晶 3*12mm 結晶 固体レーザー用 サイズカスタマイズ \(civillasers.com\)](http://civillasers.com)より引用

(26) 最強の発振線の正確な波長は実際のホスト材料に依存しますが、通常それほど変化しません。1,064nm を示す Nd:YAG と Nd:YVO₄ に加えて、少し短い波長で発振する例には、1,062nm を示す Nd:LSB、1,060nm を示すネオジムガラス、1,053nm を示す Nd:YLF があります。ただし、Nd:LiNbO₃ など(ネオジム添加ニオブ酸リチウム、1,084nm と 1,092nm)の発振波長はより長く、ずっと離れた位置にあります。

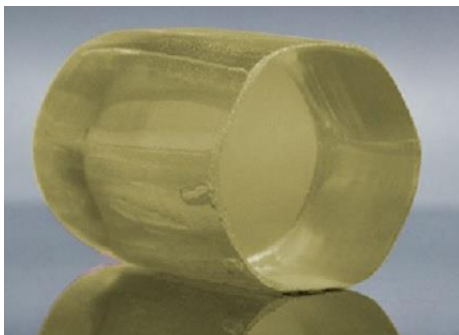


Nd 添加ロッドのいろいろ

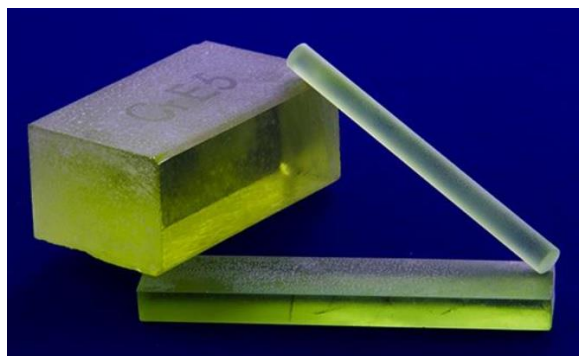
他の材料には、ホルミウム添加 YAG (Ho:YAG) や Ho:YLF があります。これらはそれぞれ 2,060nm と 2,100nm 辺りで発振します。光ファイバーの世界では、エルビウム添加ガラス(Er:Glass)を、1,540nm 辺りで光中継器と光増幅器に使用する場合があります。Er:YAG は 2,840nm で発振します。



Ho:YAG ロッドの例



Ho:YLF 結晶の例



エルビウム添加ガラスの例



Er YAG ロッドの例

これら以外では、多くの他の材料がレーザー発振に必要な反転分布の能力を持っていますが、広く使われる商用の固体レーザーではそれほど多くの例がありません。抜きん出た働き者は今だに Nd:YVO₄ 付きの Nd:YAG であり、低から中出力(数ワットまで)の 1,064nm と、倍波した 532nm (緑色)ダイオード励起固体レーザーでは重要性が増してきています。