

1. はじめに

強誘電体結晶から十分な強度の光第2高調波(SHG)を得るにはピーク出力数MW~数十MWの強力なレーザ光が必要である。この目的にはNd³⁺YAGレーザが最適であるが極めて高価である。そこで我々は最近新材料で開発の著しいうえに高出力が得られるNd³⁺ガラスレーザを試作した。一般に励起光源にはXeランプが使用されているがXeランプは寿命が短かく実上用問題がある。Xeランプと発光スペクトルが類似でかつ安価なArガスを用いてフラッシュランプを試作した。Nd³⁺ガラスレーザの発振を確認し、Xeランプの場合との特性を比較した。また試作したNd³⁺ガラスレーザを用い、強誘電体PLLZT透明セラミックスの光第2高調波発生を確認したのでその結果をもあわせて報告する。

2 Nd³⁺ガラスレーザの試作とQスイッチ特性

Fig-1には試作したNd³⁺ガラスレーザの模式図を示した。Nd³⁺ガラスロッドの横にポンピング用ランプを平行に置き、かつ両者は楕円筒の焦点を占める位置に配置した。循環式ウオータージャケットを用いてガラスロッドおよびフラッシュランプを蒸留水で冷却した。光共振器には反射率30%と90%の出力ミラーおよび反射率100%の誘電体多層膜ミラーを使用した。Fig-2にはXeおよびArガスの発光スペクトルを示した。Arガスの発振出力はXeガスの約60%の値を示す。Fig-3にはXeおよびArフラッシュランプ励起によるレーザ出力のエネルギー依存性を示した。Xeランプの閾値は約400Jを示すがArランプのそれは1500JとXeランプの約38倍も高い値を示している。またXeランプにおいては入力エネルギーのわずかな変化に対して出力が大きく増加するのに対してArランプでは入力エネルギーに対する出力エネルギー

の変化の割合は非常に小さい。Arランプの励起によるレーザ出力はXeランプの約60%程度が予想されるが本実験では約30%程度の出力しか得られなかった。Fig-4はArガス圧をパラメータとした場合のレーザ光の入出力特性を示したものである。ガス圧の増加に比例してレーザ発振出力が増加する傾向を示した。しかしながら100Torrのガス圧では出力特性にはまだ飽和はみられなかった。ガス圧をより高くすることによりレーザ出力の向上が期待される。放電用電極には銅電極を用いたが、銅が著しくスパッタリングを生じ放電管内を汚損する原因となった。またランプ内のガス圧を100Torr以上に加圧したところフラッシュ時のショックウエーブのためにパイレックス管が破損した。Fig-5は試作したXeガスランプ励起によるNd³⁺ガラスレーザの入出力特性の一例を示したものである。最大出力20MWパルス幅25nsのレーザ出力を得た。

3 透明PLLZTセラミックスのSHG特性

試作したNd³⁺ガラスレーザを用いて透明PLLZTセラミックスのSHG特性を測定した。実験には本研究室でホットプレス法により合成した試料を用いた。Fig-6にはSHG発生の実験装置の構成図を示した。Nd³⁺ガラスレーザの出力は集光せず、PLLZTウエハーに照射した。発生したSHG光をフォトダイオードで変換してオシロスコープで観測した。基本波による測定誤差を避けるために赤外線除去フィルタを使用し、セラミックスの前方または後方で測定を行った。測定に用いた試料は、Pd_{1-x}(Li_{0.5})xZr_{0.7}Ti_{0.3}O₃でx=8~16の組成のものである。Fig-7はSHG出力の励起電力密度依存性を示したものである。入力と出力は直線関係を示し、この入力範囲では非線形感受率の飽和は見られなかった。Fig-8はSHG出力の変換効

率の組成依存性を示したものである。図から明らかのように組成依存性を示している。またこれは格子定数の組成依存性と逆の特性を示しておりSHG発生は結晶構造に依存しており非線形光学と結晶の微細構造を知る上でも興味深い

4 むすび

(1) ガス圧100Torrの Ar フラッシュランプを使用し、反射率90%の出力鏡を用いランプ入力1200 J の場合レーザー発振出力0.5 Jが得られた。

更に Ar ランプのガス圧を200~500 Torr 位まで昇圧することにより Xe ランプと同様の発振効率を得るためにはランプの構造を改善し500Torr以上のガス圧に耐えるよう工夫する必要がある。

さらに銅電極がスパッタリングを起し管内を汚損し発振効率を低下させるためにステンレスにモリブデンを加工した電極とする予定である

(2) 透明PLLZTセラミックスでSHG発生に成功しこの効率は0.16%(10MW)でありこの値は

LiNbO₃(13%) 1/80の大きさではあるが透明セラミックスを非線形光学用デバイスとして応用する可能性が見い出された。今後、実用素子への改良、検討を試みてゆく予定である

(3) SHG特性の組成依存性から結晶構造の微細構造を知る上でX線のおよび誘電的圧電的測定等を並用することによってより精度のよい非線形光学特性を知る手段となることがわかった。

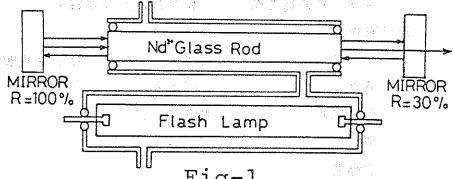


Fig-1

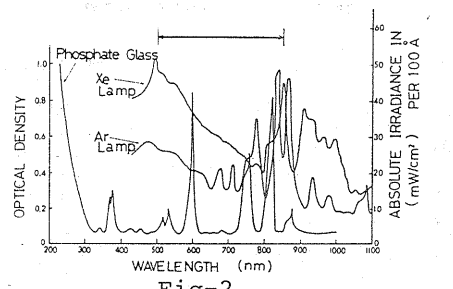


Fig-2

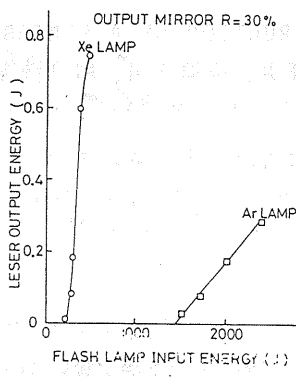


Fig-3

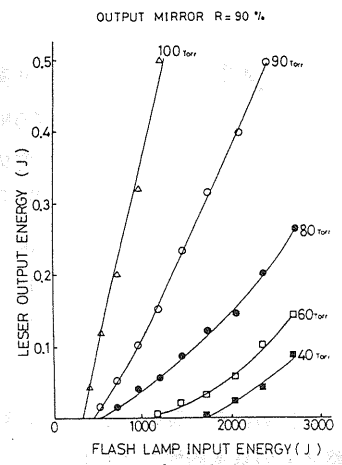


Fig-4

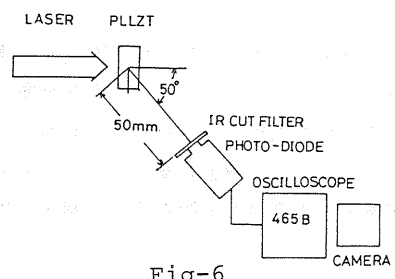


Fig-6

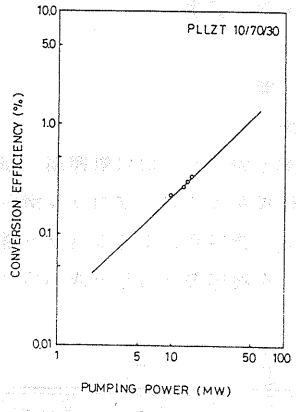


Fig-5

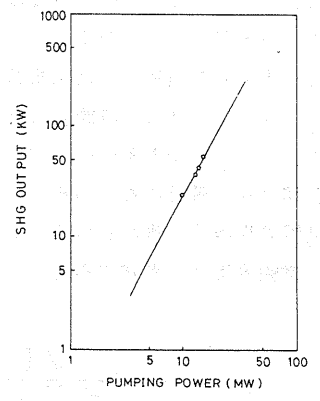


Fig-7

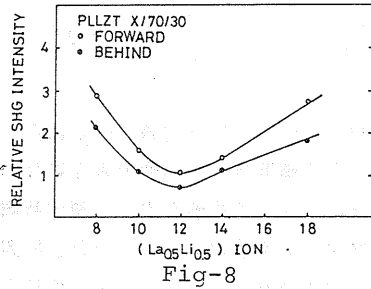


Fig-8

参考文献

- 1) 馬場光之
Nd³⁺ガラスレーザーのQ・S・W発振に関する研究(昭和54年度八戸工業大学卒業研究論文)

2) 増田陽一郎他 Ar ランプを用いたNd³⁺ガラスレーザーの基礎的研究(昭和58年度電気関係学会東北支部連合大会) 2A-15

3) M JYUMONJI, K KASAI and Y MASUDA; Proc of 3rd f.m.a., p21-22 Kyoto(1981)
Japan. Jour. of Appl. phy Vol 20(1981) Supplement 20-4, pp74