

最近の技術から

青緑色レーザーと光ディスクメモリー

當 摩 照 夫

パイオニア(株)総合研究所 〒350-02 鶴ヶ島市富士見 6-1-1

1. まえがき

光ディスクメモリーの記録容量の増大に短波長コヒーレント光源を必要とすることは周知のことおりである。磁気記録技術を用いたハードディスクやテープメディアが、最近の10年間で大幅な大容量化を達成しているのに対し、10数年前の実用化時にはその記録容量において圧倒的優位を誇っていた光ディスクメモリーは、その後今日に至るまで特筆すべき大きな進展がなく、他の競合するメモリー技術に対し、優位性の主張をどこに求めらるか、重要な課題となりつつある。

ディスク上の面記録密度の向上に、集光スポットサイズが波長に比例するという単純な原理から、光源の短波長化は本質的要請であり、小型で実用的短波長光源の出現は、光ディスクメモリーの開発に携わる者にとって誠に待望久しいものがある。最近、Zn-Se系レーザーの性能の着実な前進¹⁾、GaN系材料を用いた青色LED(light emitting diode)の開発成功²⁾あるいは非線形光導波路を用いたSHG(second harmonic generation)レーザーの試作³⁾等、青緑色領域の光源の研究が大きな進展をみせており、その実用化も近いと期待される。そこで本稿では、HDTV(high definition TV)用DVD(digital video disc)等次世代民生用光ディスクメモリーを例にとりながら、期待される青色光源の仕様を述べ、併せて筆者らが最近開発したKTP(KTiOPO₄)を用いたQPM(quasi phase match)-SHGレーザーと、それを用いた高密度光ディスク再生について簡単に

紹介したい。

2. 次世代DVDシステムに必要な青色レーザー

現在広く普及しているCDあるいはCD-ROMの容量は約650MB、記録ピットの形状その他は表1に示すとおりである。表1に併せて、現在規格化が進められているDVDシステムの一例として、SD(super density)フォーマットの仕様を示す。650nmの赤色レーザーとNA0.6の対物レンズの組合せ等により、SDではCDの約5倍の面記録密度を達成し、データ容量は5GBに達する。例えば現行のNTSC(National Television System Committee)ビデオ信号を2時間収録する場合データ転送レートは5Mbps(bits per second)程度をとることができ、民生用のビデオディスクとしては、十分な性能と考えられる。しかしながら、さらに次世代のHDTVビデオ情報を十分な収録時間で記録することを考えた場合、このままではデータ容量が大幅に不足する。情報量がNTSCに比べ5倍以上となるHDTVでは、デジタル情報圧縮技術を駆使して最適化を図って、HDTV本来の高画質を得るには15Mbps程度の高転送レートが必要となろう。この転送レートで2時間のプログラムを同様なサイズのディスクに収録するには、記録密度はさらに3倍以上の向上が必要となる。この要請は光源の短波長化だけではなくクリアできないが、このようなシステムの実現に一步でも近づくために、光源の短波長化、それもできるだけ短くという要求がいかに切実なものか理解されよう。紫外領域に入ると光学部

表1 民生用デジタル光ディスクメモリー

	CD	SD	将来システムの例
波長(nm)	780	650	~400
レンズNA	0.45	0.6	0.6以上
スポットサイズ(μm)	1.4	約0.9	0.6
最短ピット長(μm)	0.9	約0.4	0.25
トラックピッチ(μm)	1.6	約0.7	0.4
データ総量(GB)	0.65	5.0	15
データ転送レート(Mbps)	約1.5	平均5 最大10	平均15 最大30

品やディスクの材料に制約もでてくるが、400 nm台ができるだけ短くありたい。その意味でGaNは本来のバンドエッジが370 nm付近であり、非常に魅力的な材料である。欠陥密度の少ない単結晶薄膜成長技術やドーピング技術の確立など、レーザーの実現には課題も多いが、研究の大いなる進展を心から期待したい。

一方、構成はやや複雑となるが、非線形光導波路を用いたSHGレーザーの研究の進展も近年著しいものがある。筆者らも最近、KTPを用いた小型のSHGレーザーを試作したので³⁾、次にその概要を述べる。

3. KTPを用いたQPM-SHGレーザー

図1に試作したSHGレーザーの構成を示す。第二高調波発生の位相整合条件を満足するQPM構造と一次励起レーザーの波長を同一波長にロックするためのDBR(distributed bragg mirror)部をKTP上の光導波路に作りつけた構成で、基本技術はBierleinらによって開発された⁴⁾。それを、波長850 nm、出力100 mWクラスのシングルモードレーザーに、レンズを介さずにダイレクトカップリングしており、ペルチェ素子でKTP導波路の温度を制御して、SH条件とDBR条件を同時に満足することで、波長425 nm、出力2 mW程度の青色光を安定に得ることができた。その主な性能を表2に示す。光ディスク用光源として重要なノイズ特性はRIN(relative intensity noise)で-135 dB以下に、また集光性も回折限界まで集光可能であり、十分満足すべきものであった。

このSHGレーザーを用いて高密度光ディスク再生を試みた³⁾。試作した高密度ディスクシステムの諸元は表2に示すとおりで、マスタリングには波長351 nmのUV Arレーザーを用いている。面記録密度はCDの8倍近くに達しており、HDTV用DVDとしてはまだ不足であろうが、青色光源の性能確認用システムとしては十分と考えられる。再生実験の結果では、48 dB以上のC/Nと 10^{-6} 以下のエラー率が得られ、SHGレーザーの基本性能の優秀さが確認できた。今後はこの試作システムをベースに前述したHDTV用の目標に向け、改良を加えていきたい。

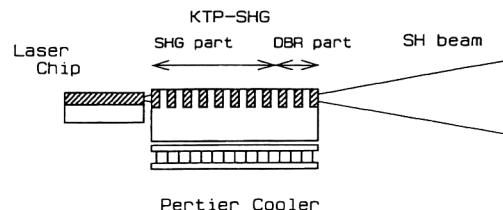


図1 試作KTP-SHGの基本構成

表2 試作高密度光ディスクシステムの概要

再生S H G レーザー波長	425 nm
出 力	2 mW
R I N ノ イ ズ	-135 dB 以下
対 物 レ ン ズ N A	0.55
デ イ ス ク 形 状	$\phi 120 \text{ mm } t = 1.2 \text{ mm}$
ト ラ ッ ク ピ ッ チ	$0.564 \mu\text{m}$
最 短 ピ ッ ト 長	$0.256 \mu\text{m}$
総 記 録 容 量	9.93 GB
デ 一 タ 容 量	6.89 GB

4. あとがき

光ディスクメモリーの大容量化実現のキーデバイスである青色レーザーへの期待とSHGレーザーがその期待に十分応え得る基本性能を有していることを述べたが、その実用化にはまだ課題も多い。また、本格的普及のためには、構成の複雑なSHGより、直接発光の青色半導体レーザーの実現が望まれるのは論を待たない。さらに、本稿ではふれなかったが、光ディスクメモリーの応用範囲の拡大に、30 mW程度の書き込み用光源が必要である。これらのレーザーの実現の日が一日も早いことを心から願っている。

文 献

- 1) 武石玲子、中野一志、石橋晃：“青色半導体レーザーはどこまで来たか”，O plus E, No. 186 (1995) 112.
- 2) 中村修二：“InGaN/AlGaN発光ダイオードの現状と性能向上”，光学, 23 (1994) 701.
- 3) 岡本総太、當麻照夫：“KTP SHGを用いたDVDシステム”，Microoptics News, 13, 1 (1995) 31.
- 4) M. G. Roelofs, J. D. Bierlein and F. Laurell: “Second harmonic generation from diode lasers in KTP waveguides,” Compact Blue-Green Lasers Technical Digest, 6 (1992) p. 127.

(1995年6月29日受理)