

# 最近の技術から

## 半導体レーザーを用いた直線走査ホログラムスキャナ

長谷川信也・山岸 文雄

(株)富士通研究所 〒243-01 厚木市森の里若宮 10-1

### 1. ま え が き

レーザープリンタが広く普及するにつれ、走査光学系についても、よりいっそうの低価格化が求められている。現状では、光学系はポリゴンと  $f-\theta$  レンズを用いる方式が主流であり、多くの改良による低価格化が進められてきた。しかし、さらなる低価格、高解像化を目指して新しい方式が研究されている。

ホログラムは本質的に干渉縞を記録した薄膜であり、この縞分布を最適化することによって光を走査し、同時に集光することもできる。この特長を活かして、1) 光学的複合機能による部品数削減、2) 機械精度の緩和機能による簡素化、3) 大量複製による低価格化を達成できる「全ホログラム方式光学系」の研究がなされてきた。本方式を実用化するにあたっての大きな問題は、光源の半導体レーザー（以後、LD と略す）に波長変動があるために、走査線の位置変動やビーム径増大が生じることであった。この問題に対して、ホログラムディスクの前段にホログラムレンズを置き特性劣化を補償する方式<sup>1-3)</sup>、ホログラムディスクの後方に固定ホログラムを置く方式<sup>4,5)</sup>が開発されてきた。

本稿では、後者の方式について紹介する。後者のホログラムディスクと固定ホログラムを用いる方式（以後ホロプレート方式と呼ぶ）は、光学系小型化の点では前者に劣るが、LD の波長変動による位置変動をさらに小さくできる利点がある。なお、ホログラムスキャナ位相分布の最適設計法としては、解析的手法が開発されている。この手法は、スキャナのみならず HOE 全般にも適用できるものであり、その内容については文献 6) を参照していただきたい。

### 2. ホロプレート方式ホログラムスキャナ

図 1 にホロプレート方式スキャナの外觀を示す。ホログラムディスクとホロプレートの 2 枚のホログラム板のみで、レーザープリンタ用スキャナに必要とされる、1) 直線、等速度走査、2) ビーム収束、3) LD の波長変動補

償を行う。図 2 に LD の波長変動の対策法を示す。主、副走査方向ともにホログラムディスクとホロプレートにおける光の回折方向を逆にすることによって、走査位置変動およびビーム径の増大を補償する構造（アクロマート化）となっている。また実用性の観点から、ホログラムディスク基板の反り、厚みむらによる走査位置変動を補償するため、いわゆる倒れ補正光学系を満足する共役ホログラム構造となっている。このため、入射波は主走査方向では平行波、また副走査方向ではホログラムディスク上に収束する。なおホロプレートから出射する回折光と 0 次透過光が重ならないように、ホロプレートを軸外し型とした。軸外し型ホログラムでアクロマート化するために、実際の光学系ではホログラムディスク上で完全にビームを収束させるのではなく、焦点位置をずらす工夫を行っている。

上述した三つの走査性能を満足するために、ホログラムディスクとホロプレートの位相分布を最適化する。ホロプレートは、主、副走査方向で異なるパワーを持ち、同時に平面結像を行う必要があるが、これに適した物体

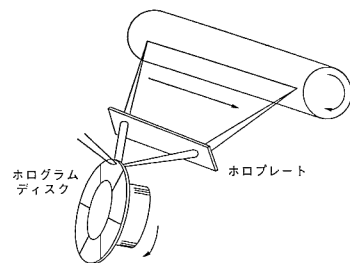


図 1 ホロプレート方式スキャナの外觀

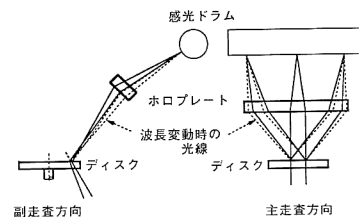


図 2 ホロプレート方式スキャナの構造

波は楕円位相となる。設計結果として、直線性は走査幅 291 mm (A3 判に相当) に対し、 $\pm 0.1$  mm 以内、等速性は 0.45% 以内と目標性能を満たす。次に、波長変動による補償効果に関しては、LD のモードホップにより 0.3 nm の波長変動が生じて、主、副走査方向ともに 1  $\mu$ m 以内の走査位置変動であり、実用上問題がないことが確認できている。また、LD がマルチモードになった時のビーム径の増大が防止されていることも確かめられている。LD がシングルモード時とマルチモード時の波動光学的強度分布を図 3 に示す。ここでマルチモード時のスペクトルとしては周囲温度変動、パルス変調の条件を考慮して、スペクトル幅を 2 nm とした。これは縦モード数約 7 モードに相当し、十分な許容量である。強度分布に変化はなく、本スキャナがアクロマート化できていることが確認できた。

### 3. ホロプレート方式の作成結果

ホログラムディスク、ホロプレートに必要な位相はともに非球面波面であり、これらのホログラムを作成するために、文献 1), 2) と同様に、補助光学系を用いて非

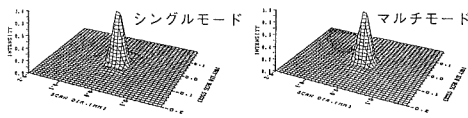


図 3 ビーム強度分布

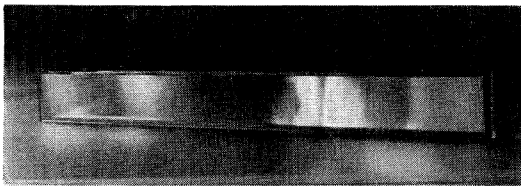
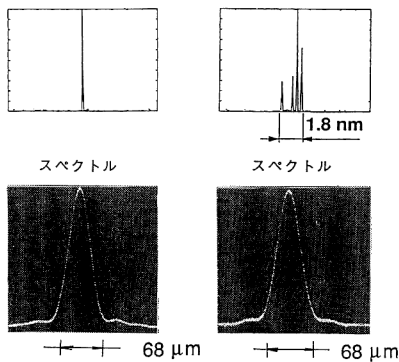


図 4 作成したホロプレート



(1) シングルモード時

(2) マルチモード時

図 5 測定ビームプロファイル

球面波を発生するホログラフィック露光系を構成する。露光系では、ホログラム作成、再生の波長比も考慮している。作成波は、波長 441.6 nm の He-Cd レーザーである。作成したホロプレートを図 4 に示す。ホログラム材料は複製に適したフォトレジストを使用している。

このホロプレートを用いて走査系を構築し、走査幅 291 mm、 $1/e^2$  のビーム径は 68~78  $\mu$ m と高精細なビーム径が得られている。図 5 の (1) はシングルモード、(2) はマルチモード (スペクトル幅 1.8 nm) でのビームプロファイルである。ともに  $1/e^2$  のビーム径は 68  $\mu$ m であり、マルチモードでも実用上問題がないことを示している。反射損失を除いた光使用効率、ホログラムディスクで 90%、ホロプレートで 30% 以上、走査全域での効率の均一性は 10% 以内であり、最近の感光ドラム感度の高さからも、数 mw の低出力 LD が使用可能である。

### 4. ま と め

実用上の問題であった LD の波長変動を補償できる「ホロプレート方式光学系」について説明した。ホログラムスキャナにおいては、通常のレーザープリンタで利用される安価な屈折率導波型 LD を利用することが必要であった。このためには、LD の波長変動による位置変動の微小化が必要であり、ホロディスク後段にホログラムを用いるホロプレート方式を開発することにより、初めてこの LD を光源として使用することが可能になった。作成したホログラムは表面レリーフ型であり、このホログラムは大量複製に適している。したがって、安価なホログラム光学素子のみで走査光学系を実現できる。今後はこのスキャナを用いた応用を拡大していきたい。

### 文 献

- 1) S. Hasegawa, F. Yamagishi, H. Ikeda and T. Inagaki: Appl. Opt., **28** (1989) 5317-5325.
- 2) S. Hasegawa, F. Yamagishi, H. Ikeda and T. Inagaki: Appl. Opt., **30** (1991) 823-832.
- 3) 長谷川信也, 岩田成健, 山岸文雄, 池田弘之, 稲垣雄史: Microopt. News, **7** (1989) 76-81.
- 4) S. Hasegawa, S. Iwata, S. Kayashima, S. Maeda, F. Yamagishi and T. Inagaki: Technical Digest of the Annual Meeting of the Optical Society of America, **17** (1991) Paper WO5.
- 5) S. Iwata, S. Hasegawa, S. Maeda, S. Kayashima and F. Yamagishi: Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng., **1667** (1992) 284-288.
- 6) S. Hasegawa, S. Kayashima and F. Yamagishi: J. Opt. Soc. Am. A, **9** (1992) 1595-1600.

(1992年11月9日受理)