

## 最近の技術から

# レーザービーム走査による画像記録

河村 尚 登

キャノン(株)事務機研究所 〒146 東京都大田区下丸子 3-30-2

### 1. ま え が き

レーザーによる画像記録技術はレーザー光源固有のコヒーレント性・直進性により、微小スポットを結像できること、エネルギー効率が良いこと等から多くの実用化研究開発が行なわれてきた。初期には He-Ne や Ar 等のガスレーザーを用いて音響光学素子や電気光学素子等の外部変調器を必要とし光学系も複雑であったが、半導体レーザーの出現により内部変調が可能となったこと、そのため光学系が簡素化でき、小型・低価格のノンインパクトプリンターとして広く普及するに至った。それによりこれまで文字線画を中心とした記録から中間調画像記録、さらには多色記録と用途も拡大し大きく発展している。

かかるレーザービーム記録の今後の動向として高速記録およびフルカラー記録技術がある。レーザービームによる高速記録はハイパワーレーザーによっても実現できるが光偏向器の駆動周波数および変調周波数等の面から半導体レーザーアレーが注目されている。フルカラー記録のベースには良好な階調性を得るため、より高密度化・高多値化への展開が図られている。ここではこの二つの技術、アレーレーザービーム記録およびカラー化に焦点をあわせて紹介する。

### 2. アレーレーザービーム記録

高速レーザービーム記録用光源として複数個の半導体レーザーを用いて同時に記録することにより、高速記録が可能である。アレーレーザーの開発は種々行なわれている<sup>1-3)</sup>。図1は2ビーム用半導体レーザーアレーのチップ断面を示したもので、レーザー相互間の熱的・電気的アイソレーションを図り独立駆動を行なうためV型の溝が設けられている。アレーのピッチは短いほど好ましい。通常100 $\mu\text{m}$ くらいであるが、30~50 $\mu\text{m}$ にした例もある<sup>3)</sup>。

一方このアレーレーザーを用いた記録光学系も各種報告されている<sup>4-6)</sup>。図2はその一例でアレーレーザーからの出射ビームを1個のコリメーターレンズでコリメー

トし光偏向器(回転多面鏡)へ入射させ、その反射偏向ビームを $f\theta$ レンズにより感光ドラム上へ結像し走査する。コリメーターレンズの焦点距離を $f_c$ 、結像レンズの焦点距離を $f_\theta$ としたとき光学系の倍率 $\beta$ は、 $\beta = -(f_\theta/f_c)$ で与えられる。通常の光学系では $\beta$ は10~20倍であるので結像面でのスポットの間隔は、1~2mmくらいとなり、走査ピッチよりも相当広い。このため半導体レーザーのアレーの方向は走査平面に対し微小角傾けて結像スポットが1走査ピッチ離れるように設定される。半導体レーザーアレーの各出射光ビームの主光線はレーザー端面に垂直でコリメーターレンズへは平行に入射し、このためテレセントリック光学系となる。光偏向器の置かれる位置により有効走査幅は大きく変動し、最も効率の良い用い方は射出瞳上に光偏向器の反射面がある場合である<sup>4,6)</sup>。さらに倒れ補正の光学系を組み合わせると回転多面鏡等の面倒れによる走査ピッチの変動を補正した例も報告されている<sup>6)</sup>。

### 3. カラー画像記録

レーザービームプリンターによるフルカラー画像記録装置は高画質なカラー画像を高速に出力できることから最近注目されている<sup>7,8)</sup>。装置のタイプは種々あるが、基本的には印刷と同じイエロー・マゼンタ・シアンの色または黒を含めた4色のトナーを順次合成して行なう。高画質フルカラーを得るためには各単色の解像度・階調性に依存する。このための最大の要因はレーザーの結像スポット径で、半導体レーザーを光源とした場合その結像スポットはレーザー自身の光学諸特性—たとえばニアフィールドパターン(NFP)、ファーフィールドパターン(FFP)、非点収差(astigmatism)、波長等—と光学系の仕様に依存する。

結像スポットの大きさは光学系が無収差系であれば開口による回折により多少広がる。この結像スポットの分布はレーザーに非点収差がないとき、近似的に Gauss 分布で表わすことができ<sup>9)</sup>、図3の光学系より次式のようになる。

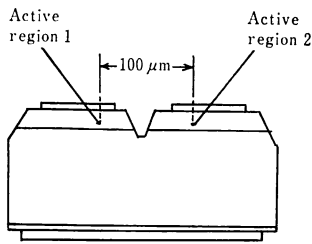


図1 チップの断面図<sup>2)</sup>

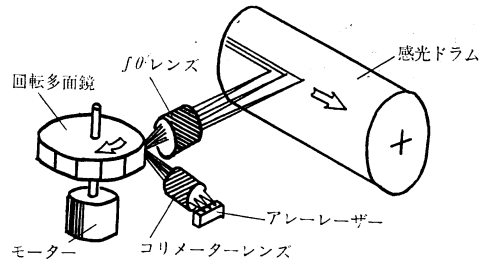


図2 アレーレーザービーム記録光学系

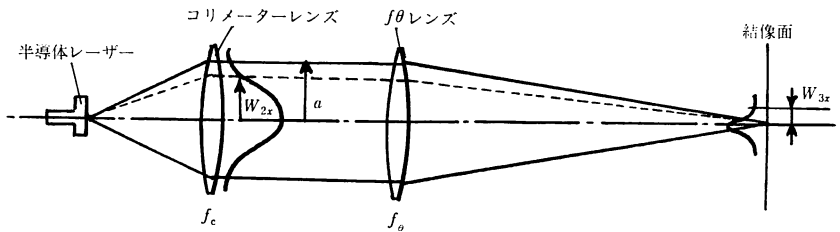


図3 半導体レーザー光学系

$$I(x) = \text{const} \cdot \exp(-2x^2/W_{3z}^2)$$

$$W_{3z} = (\lambda z_2 / \pi W_{2z}) \sqrt{1+K}$$

ただし  $K = 0.97(W_{2z}/a)^2$ ; ケラレ係数

ここで  $W_{3z}$  は結像スポットの  $1/e^2$  の半径,  $W_{2z}$  はコリメートビームの  $1/e^2$  の半径,  $a$  は開口,  $z_2$  は  $f_\theta$  レンズから結像位置までの距離,  $\lambda$  はレーザー波長である. また  $x$  方向はレーザーの NFP または FFP の非回転対称パターン的一方の主軸方向にとった座標軸で,  $y$  方向に対しても上式と同様な式で記述できる. 微小スポットを得るためには  $a, \lambda, z_2$  を一定としたとき前式から  $W_{2z} \rightarrow$  大とすればよいが光学系にとり込む光エネルギー量は減少し, 結像スポットのピークエネルギーは低下する. ピークエネルギーを最大ならしめるのは  $W_{2z} \doteq a$  のときでこれを光学系の最適化と呼ぶ. 一般に半導体レーザーの FFP は  $x, y$  方向で広がり角が異なるため, この最適化を  $x, y$  方向で独立に行なえば光学系はアナモフィック系となる.

高階調性の一手法として多値化出力が用いられる. レーザー記録で多値化を行なう方法として, レーザーの輝度変調とパルス幅変調とがある. 後者は光出力一定で, 1 画素幅内での主走査方向のパルス幅を可変とする方法で半導体レーザーの取扱いやすさおよび安定性のうえで優れている<sup>10,11)</sup>. 多値化のレベル数を多く取ることにより階調数は増大する. レーザースポットの形状を超楕円形にし, 主走査方向の径を小さくすることにより高多値化を安定して出力し高画質を得た報告もある<sup>12)</sup>.

カラー画像を高画質に出力するためには特別な信号処

理を必要とする. 一つは二値化または多値化ディザ法で出力する場合の閾値マトリックスの処理, 他の一つはカラー化の混色時の処理である. 前者は解像度の単位と階調の単位のマトリックスサイズを異ならしめ, かつテキストチャー構造の出にくい閾値マトリックスによりきめの細かい画質を得ている<sup>11)</sup>. 後者は色重ねによって生じる色のモアレの発生を各色に異なったスクリーン角を設けることにより防止し一様性を得たり<sup>11)</sup>, トナー等の記録材の分光特性が理想値からずれているためマスキング処理を施し色補正を行ない忠実な色再現を行なっている. これら信号処理技術は高画質を得るためには今後ますます重要となってくるであろう.

### 文 献

- 1) 日経エレクトロニクス, 11月26日号 (1979) 69.
- 2) 石井光男, ほか: 昭和61年度電子通信学会総合全国大会予稿集, 4-100 (1986).
- 3) 村田 茂, ほか: 同上, 4-101 (1986).
- 4) 田辺文夫, ほか: 昭和59年度電子通信学会総合全国大会予稿集, 5-84 (1984).
- 5) 蘭 宗樹, ほか: 昭和60年度電子通信学会総合全国大会予稿集, 5-129 (1985).
- 6) T. Kitamura: U.S. Patent No. 4474422 (1984).
- 7) 秋丸 進, ほか: 昭和61年度電子通信学会総合全国大会予稿集, 5-111 (1986).
- 8) 中島淳三: 電子通信学会技術研究報告, IE 84-55(1984)15.
- 9) 河村尚登, ほか: 電子写真学会誌, 24, 1 (1985) 13.
- 10) 河村尚登, ほか: 同上, 24, 3 (1985) 2.
- 11) 河村尚登, ほか: 同上, 25, 1 (1986) 31.
- 12) 西村 孝, ほか: SPSE's 37th Annual Conf., 1-16(1984).

(1986年7月22日受理)