特集 3

レ　ー　ザ　ー　製　版

滝　本　靖　之*

(1984年 7 月 3 日 受理)

Laser Platemaking

Yasuyuki TAKIMOTO*

(Received July 3, 1984)

1. はじめに

レーザー製版は光電変換によって読取られた画像信号、コンピューターやスキヤナーから出力された画像信号あるいはファクシミリで伝送された画像信号でレーザービームを変調させ、走査機構を通じて印刷用版材にエネルギーを投入し印刷用刷版を製作するプロセスである。主として新聞印刷用刷版の製版に利用されている。

Fig. 1はレーザー製版の導入**によって新聞

製作システムがどのように変わるかを示したものである。

レーザーを使用することの利点としては、高エネルギーを微小スポットに集光でき、高解像度、高密度記録が可能なこと、変調、偏光が容易であること、指向性が高く光学的处理が比較的容易であること、可干渉性であること、光モード記録、ヒートモード記録の両方が利用できることなどがあげられる。

Fig. 1 Newspaper Production

* 日本ペイント株式会社 (〒572 寝屋川市池田中町19-17)

* Nippon Paint Co., Ltd. (Ikeda-Nakamachi, Neyagawa, Osaka 572)

** Fig. 1 中の(2)および(3)に相当

2. レーザ製版システムの基本構成

レーザ製版システムはレーザ光源、変調器、走査機構、光学系および記録材料の5つのサブシステムから成立っている。その基本構成をFig. 2に示す。

Fig. 2 Major laser scan subsystems

5つのサブシステムについて順次説明をする。

3. レーザ光源の種類

レーザ製版には、微小スポットに集光でき、かつ高いエネルギー密度が得られるレーザが適している。そのほか発振波長、出力、寿命などもレーザ選択の上での重要な因子といえる。

レーザ製版装置に使用されている各種レーザの特性をTable Iに示す¹⁾。

4. 変調器

レーザビームを変調するためには、音響光学変調器(AOM)と電気光学変調器(EOM)が使用できる。AOMとEOMの応答周波数を比

Table I Laser applicable to exposing graphic arts materials

Laser		Max. Output Power (w)	Wavelength (nm)	Required Sensitivity (mJ/cm ²)	Chief Application
UV Argon	(H)	1-3	357.1, 363.6	5-15	Conventional lithographic plates and resists
UV Argon	(M)	0.05-0.2	357.1, 363.6	0.3-1.0	Film, paper
VIS Argon	(H)	15-20	488.0, 514.5	80-100	Scribing metallic films; imaging plates with visible sensitivity
VIS Argon	(M)	0.2-5.0	488.0, 514.5	1-30	〃
VIS Argon	(L)	0.01-1.0	488.0, 514.5	0.05-0.5	High speed electrophotographic plates
He-Ne	(L)	0.001-0.01	632.8	0.005-0.05	Functions as reading beam in many systems; Exposure of red-sensitive silver materials
UV Krypton	(H)	1-2	406.7, 473.1	5-10	Conventional lithographic plates, resists
He-Cd	(L)	0.005-0.05	442.0	0.03-0.3	Blue sensitive silver materials
IR CO ₂	(H)	-100	10600.0	200-2000	Burning of flexographic (rubber) printing plates
Semi conductor					
Ga Al As	(L)	0.001-0.015	700-1300	0.005-0.08	
IR YAG (M)	(H)	5-100	1060.0	30-600	Vaporization or thermal transfer of metal films or plastic materials

(H):High powered laser

(M):Medium " "

(L):Low " " "

Table II Modulator performance

Modulator Type	Transmittance	Frequency Response	Rise Time	Extinction Ratio	Power Handling Capability
Electro-optic (Visible light)	70%	Up to 50MHz; limited by driver electronics	5-15nsec	160 : 1 at 0 4880 A	5 - 6 watts
Electro-optic (UV light)	60%	UP to 50MHz; limited by briver electronics	5-15nsec	20 : 1 at 3511/3638	< 1 watt; exact limit undefined
Acousto-optic (Visible)	70%	15-20MHz	25nsec	up to 1000 : 1 (deflected beam)	>20watts
Acousto-optic (UV)	60-70%	15-20MHz	25nsec	Up to 500 : 1 (deflected beam)	> 5 watts

Table III Comparison of flatbed lasen scan system and drum scan system

項	目	平 面 走 査	円 筒 走 査
構 造		機構部，電気回路ともに複雑	平面走査に，比べ簡単，製造容易 (精度的に)
有効画面サイズ		拡大には構造全体の変更が必要	円筒交換，光学系はそのままでよい
操 作 性		優れている。スキヤナーは操作性の良さから平面走査の方向へ	時間がかかる
自動化への適応性		良い	枚葉処理しかできない
記 録 ス ピ ード		スピードが上げにくい，ただし回転多面鏡を採用すれば上げられる。	円筒内面走査で6000PPM が限度，複数走査線同時記録で高速化が可能
解 像 力		800 ～ 1,600LPI	アパーチャーが使える
光 学 系 の 効 率		<25%	>50%

と、AOMは15~20MHz程度であるが、EOMは50 MHz 程度まで可能である。しかし変調度(消光比)、安定性などの面ではAOMが優位にあるため、AOM(超音波周波数80~140 MHz)が多く使用されている。

Table IIは、変調器の特性を示したものである²⁾。

変調方式を選択するにあたっては走査速度、フォーマット、解像力および感光波長域なども考慮することが必要なことはいうまでもない。とくに消光比(QN, OFF時の露光エネルギーの比率)は印刷紙面の白黒コントラストに影響

するので重視しなければならない。

5. 走査機構と光学系

5.1 走査機構

走査方式には平面走査と円筒走査の2つの方式がある。円筒走査では記録材料の装着方法の差により、円筒外周走査(External drum scanning)と円筒内面走査(Internal drum scanning)に分けられる。平面走査と円筒走査の比較をTable IIIに示す。

読取り装置にあつては操作性のよい平面走査方式が、書込み装置では次の印刷作業工程との

オートポリマー系材料を光モードを走査露光させるのがよい。ヒートモード記録は熱融着、色素の熱拡散のような即時、無処理記録が可能な材料の画像形成に適しているが、光モード記録に比べて、高エネルギーを必要とし、記録密度も若干劣っている。

6.1 レーザー製版用材料設計に際して考慮すべき因子

6.1.1 製版用材料の感度

レーザービームのエネルギー強度のプロファイルはガウス関数で表される。中心のエネルギー強度を I_0 とすると、中心から r の点での強度 I は(4)式で表される。

$$I = I_0 \exp\left\{-(r/a_0)^2\right\} \quad (4)$$

ここで a_0 はエネルギー強度が中心の $1/e^2$ になる点のビーム径を表す。

ヒートモード記録の場合は、レーザーが記録材料層内で熱に転換されることが必要である。一定体積 $v = \pi d (a_0/2)^2$ の記録材料層を $T^\circ\text{C}$ 昇温させるのに必要なエネルギー E_T は(5)式で表される⁴⁾。

$$E_T = \pi d (a_0/2)^2 C_v \cdot \Delta T \quad (5)$$

ここで C_v は体積熱容量で $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ nJ}/(\mu\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ΔT は記録に必要な昇温巾、 d は記録材料層の厚さを表す。

高密度記録を行う場合、ビットが小さくなるにつれて ΔT は小さくなる。多くの熱記録材料の場合、体積が $1 \mu\text{m}^3$ 程度であれば ΔT は最高でも 100°C 程度である。したがってビットあたりに必要なエネルギーは $1 \sim 0.1 \text{ nJ}$ とみてよい。記録速度が 10 M ビット/秒とすれば、レーザー出力は 1 mW が必要ということになる。

光モードで記録する場合のレーザー出力、走査速度と記録材料に必要な感度の関係は、(6)式で表される⁵⁾。

$$S = \frac{60 \cdot l \cdot p \cdot \alpha \cdot \Sigma}{(2.54)^2 \cdot w \cdot l \cdot v} \quad (6)$$

ここで S は記録材料に必要な感度 (mJ/cm^2)

p はレーザー出力 (mW)

α は光学系の効率*

Σ は走査効率

w は走査巾 (インチ)

l は走査長 (インチ)

v は走査速度 (インチ/分)

たとえば大きさが 15×22 インチの新聞 1 ページを紫外線出力 2.5 W のアルゴンレーザーで 2 分間で走査露光する**には、 $\alpha = 0.25$, $\Sigma = 0.5$ とした場合、記録材料に必要な感度は $17.5 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ になる。ちなみに現在使用されている平版版機の感度は $50 \sim 200 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ なので、レーザー製版に使用するためには相当に高感度の製版材料が必要になる。だ足ではあるが可視光出力 18 W のアルゴンレーザーであれば必要な感度は $126.8 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ になり、紫外部より 7.2 倍低感度のものでも 2 分間で走査露光できることになる。

レーザー出力と記録材料に必要な感度の関係を示すと Fig. 4 のようになる。

記録材料の感度が下がると、走査露光に要する出力を増やさなければならないことを示している。

Fig. 4 Requirements for a "Two-minute" plate

* ガスレーザー、変調器、レンズ系を使った光学系の効率 α は $25 \sim 30\%$ であるが、半導体レーザーを直接変調する場合、効率 α は $55 \sim 60\%$ にもなる。

** Two-minute plate, 実用化の一応の目安として設定された走査時間

各種のレーザーを光源とする場合の記録材料に必要な感度 (mJ/cm^2) を Table I に示す。

6.1.2 相反則

記録に必要な光量 E ($E=I \cdot t$) が光強度 I の変化に関係なく一定の場合、記録材料層の光による変化量 D (たとえばゲル分率) は $D=f(I, t)$ で表される。この場合は相反則が成立している。一方 E が一定でも I の変化によって D が異なる場合は、相反則不軌が生ずるといわれる。実用的なレーザー走査速度でのスポットあたりの露光時間は $1 \sim 0.5 \mu\text{sec}$ のような短時間であり、かつ高照度露光であるため、従来の水銀灯露光とは条件がかなり異なっている。したがって材料の選択にあたっては、高照度域での相反則を確かめることが必要である。なお光強度 I と露光時間 (走査速度) の関係をプロットすることで相反則挙動を知ることができる。

6.2 光モード記録用製版材料

フォトポリマーを利用するものと、電子写真方式を利用するものの2つに分けられる。

6.2.1 フォトポリマーを利用する製版材料

i) 光橋カケ型ポリマー

光橋カケ型ポリマーは通常短波長感光性 (主として紫外線) であるが、三重項増感剤を使用すると可視域まで増感できる。三重項増感剤で増感したポリマー系はレーザーに対して十分な感度を持つようにみえても、走査速度が大きくなり、露光時間がたとえば $40 \mu\text{sec}$ 以下のように短くなると相反則不軌が生じ、急速な感度低下が認められるようになる。実用的な走査速度でのスポットあたりの露光時間 $1 \sim 0.5 \mu\text{sec}$ では記録不能になることがある。その理由としては、三重項増感では三重項エネルギーの移動の速度が光による変化 (感光) の律速になるためと考えられる。したがって高速の走査露光に使用する製版材料には相反則不軌が生じない増感系あるいは可視光で直接反応する系を見つけることが必要である。研究事例は文献⁶⁾を参照されたい。

れたい。

ii) 光重合型ポリマー

光ラジカル重合型ポリマーは可視光域に感度をもつ光重合開始剤を使用することで、可視レーザー記録ができるようになる。光重合開始剤の励起によって直接ラジカルが生成する系では、高照度、短時間露光域まで相反則不軌が起らない。研究事例は文献⁶⁾を参照されたい。

6.2.2 電子写真方式を利用する製版材料⁷⁾

トナー層をレジストおよびインキ付着層として利用する CPC 方式の製版方法である。製版材料は陽極酸化アルミニウム板上に有機導電体 (OPC) が $5 \mu\text{m}$ 程度の厚さに塗布されたものである。コロナ帯電後、像露光をして、磁気ブラッシュまたは湿式現像でトナー画像を形成させる。非画線部の OPC 層をアルカリ溶液で除去し、アルミニウム面を露出させて平版刷版として使用する (Elfasol, Kalle)。OPC として銅フタロシアニ粒子とノボラック樹脂からなる分散層を使用した平版刷版もある (Direxer, 小西六)。トナーの極性を変えることでネガ原稿からポジ画像を作ることができる。

OPC の代りに ZnO を使用し、画像部はトナープラス ZnO 、非画線部は ZnO である平版刷版も知られている (News-plater, Chemco)。

光モード記録が可能な平版版材の一例を Table IV に示す。

Table IV Exposure requirement of the laser sensitive lithographic plate

Supplier	Plate Type	Exposure Requirement (mJ/cm^2)
Howson Algraphy	Presensitized	8-10/uv argon (H)
Howson Algraphy	Presensitized	4-5/vis argon (M)
Kalle/Azoplate	Presensitized	8-10/uv argon (H)
Kalle/Azoplate	Presensitized	0.02/vis argon (L) (EF)
Richardson	Presensitized	8-10/uv argon (H)
Western Litho	Presensitized	7-10/uv argon (H)
Western Litho	Wipe-on	10-20/uv argon (H)
Western Litho	Wipe-on	
	two-coat	
Fuji Chemical	Presensitized	15-30/vis argon (M)
Anocoll	Wipe-on/	3-5/uv argon (H)
	Presensitized	
Advance	Wipe-on/	5-10/uv argon (H)
	two-coat	
3M	Wipe-on/	3-5/uv argon (H)
	special	
	Process	
Lith- Kem-Ko	Wipe-on	8-15/uv argon (H)
International Litho	Wipe-on	7-12/uv argon (H)
James River	Presensitized	0.03/vis argon (L) (EF)
(Chemco)		
Fuji Photo Film	Presensitized	0.008/vis argon (L)

(EF): Electrostatic Plate using ZnO or OPC

6.3 ヒートモード記録用製版材料

レーザービームによって記録材料層の色材をリセプター上に転写させるいわゆるレーザートランスファーと呼ばれる記録方法が応用されている。感熱性の高分子バインダーに黒鉛を分散させた樹脂液が塗布されている非感光性フィルムを、表面を親水処理したアルミニウム板に密着させる。アルゴンまたは YAG レーザーで走査記録すると、画像部にあたる黒色記録層がアルミニウム板に溶融転写されると同時にネガフィルムが得られる。画線部が転写されたアルミニウム板は加熱処理をすれば平版刷版として使用できる。感度は 100 mJ/cm^2 である⁸⁾(Laser Mask, Log Etronics)。

7. レーザー製版装置

レーザー製版装置は1965年頃からアメリカで研究が始められた。その当時はレーザー出力が小さく、また種類も限られていたため、探索研究の域を出来なかった。その後10年余りの間にレーザーおよび関連材料の発達、光化学的および物理的画像形成技術の発展にともなう、システム上の問題点が漸次解決され、1974年から1975年にかけて相次いで商品発表が行われた。

実用化されているレーザー製版システムの概要を述べる⁹⁾。

7.1. レーザーライト (Laserite, Eocon Electronic Systems)

レーザーライトはFig. 5 に示したように、読取りと書込みに共通の回転多角錐鏡を使用する平面走査式の装置である。

Fig. 5 Laserite system

ヘリウムネオンレーザーで原稿を走査して読取り、アルゴンレーザー (488.0, 514.5nm) で刷版あるいはリスフィルム上に走査露光して書込ませる。アルゴンレーザーの出力を選択することで、感度 $5-10 \text{ mJ/cm}^2$ の平版刷版から $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ mJ/cm}^2$ の電子写真刷版まで製版できる。走査解像力はインチあたり 1,000本、スクリーン解像力はインチあたり 100 線、製版速度は時間あたり55版である。

7.2 ログイスキヤン (Log Escan, Log Etronics Inc.)

Fig. 6 に示したように静止ドラム・回転ビーム走査式の装置で、原稿 (新聞2ページ分) を静止した円筒内面に取りつけて、ヘリウムネオンレーザーで走査し、インチあたり 800-1,000本で読取る。

Fig. 6 Log Escan system

YAG レーザー (主波長は 1,060nm の近赤外光) でアルミニウム板に密着させた Laser mask に書込む。製版スピードは時間あたり40版、スクリーン解像力はインチあたり 100 線である。

7.3 レーザーページファクス (Laser Page Fax/Plate System, Muirhead, Inc.)

Fig. 7 に示したようにヘリウムネオンレーザーを用いる読取り装置と、アルゴンレーザーを用いる書込み装置に分かれている。

それぞれの装置の走査方式には平面走査と円筒走査があり、任意の組合せができるが、一般には平面走査—平面走査の組合せが使用されている。

Fig. 7 Muirhead laser pagefax/plate system.

Fig. 8 Asahi-Shimbun laser system(transmitter)

Fig. 9 Asahi-Shimbun laser system(receiver)

7.4 朝日新聞社のレーザーシステム¹⁰⁾

(朝日新聞社—松下電送—日本電気の共同開発)

読取り装置(Fig. 8)と書込み装置(Fig. 9)に分かれており、平面走査方式でファクシミリを兼ねている。

7.5 レーザーダイレクサー(Laser Direxer, 小西六)

書込み装置にヘリウムネオンレーザーを使用した平面走査方式で、電子写真刷版の製版に用いられる。

8. まとめ

1. レーザー製版はレーザーを用いて原稿から直接印刷用刷版を製作するプロセスであり、主として新聞印刷用刷版の製版に利用されている。
2. レーザー製版システムは、レーザー光源、変調器、走査機構、光学系および記録材料の5つのサブシステムから成立っている。これらのサブシステムで特記すべきことは
 - a) レーザー光源は、光エネルギーを微小スポットに集光でき、高解像度、高密度記録ができるレーザーすなわちヘリウムネオンやアルゴンレーザーが適している。
 - b) 変調器は変調度(消光比)、安定性よりみて音響光学変調器(AOM)が適している。
 - c) 走査機構では平面走査方式が操作性の面からみて優位にある。
 - d) 記録材料は光モード記録材料とヒートモード記録材料に分けられる。微小スポットあたりの走査露光時間は $1 \sim 0.5 \mu\text{sec}$ のように極めて短時間であるため、記録材料はいずれの場合も高感度でなければならない。

高感度化によって大型レーザー装置が必要でなくなり、管の寿命や消費電力など経済性の面で実用化の阻害要因を取除くことができる。

3. 光モード記録に使用されるフォトポリマー系記録材料は、感度 $1 \sim 10 \text{ mJ/cm}^2$ のものが実用化されている。感度を上げる研究を行うにあたっては、高照度、短時間露光のもとで相反則不軌を起さない系を探索することが必要である。
4. ヒートモード記録は光モード記録に比べて高エネルギーを必要とし、記録密度も若干劣っている。

参 考 文 献

- 1) S. T. Dinn: TAGA Proceedings (1980) 279.
- 2) R. E. Amtower: The Photoplatemakers Bulletin 5 (1977) 4.
- 3) 梶光雄; 日本印刷学会82夏期セミナー講演要旨 (1982) 20
- 4) Di Chen: Proceedings of The IEEE 63 No. 8 (1975) 1207.
- 5) S. Kaplan: TAGA Proceedings (1977) 90.
- 6) 山岡重夫; 82/3 高分子可能性講演要旨集 (1982) 46.
- 7) 高橋恭介; 印刷雑誌 65 No. 2 (1982) 11.
- 8) R. M. Landsman: TAGA Proceedings (1977) 1.
- 9) 日本新聞協会; 新聞技術情報 14 No. 17 (1982) 5.
- 10) 永松元太郎; 画像電子学会誌 9 (1980) 79.