

DreamLabo 5000 プリントヘッドの開発

(キヤノン DreamLabo 5000)

渡部育朋

キヤノン株式会社・インクジェット技術開発センター・所長

1. はじめに

近年、一人一台デジタルカメラを保有し、その撮影ショット数は急増している。一方で撮影した写真プリントの楽しみ方も広がりを見せている。

Fig.1 に示すように、写真プリントを活用した商材には、一枚一枚の写真やフォトカードから、高級タイプのフォトアルバムなど幅広いアウトプットがある。現在これらの多くは銀塩写真方式で出力されている。

また、写真の入った高級カタログなどを短納期で小部数印刷する POD も増えてきている。現在の POD は乾式/湿式電子写真方式が主流である。(以下 POD をデジタルオフセット方式と称する)

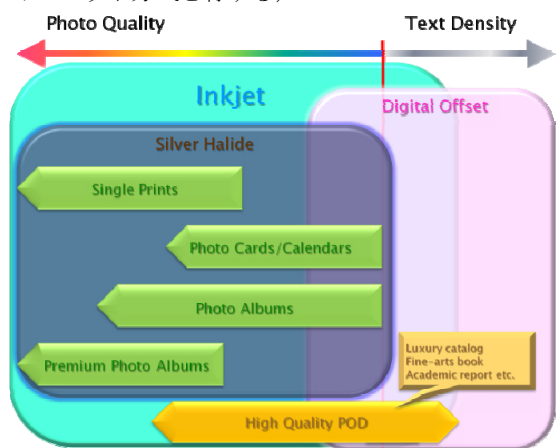


Fig.1 positioning

キヤノンは2011年2月に当社のインクジェット技術を活用しリテールフォト市場からハイクオリティPOD市場まで Fig.1 の領域を一台でカバーできる DreamLabo 5000 を発表した。

本機の特徴はインクジェットワンパスフォト印刷技術である。

ワンパスフォト印刷技術を達成する為のコア技術は、新たに開発した最大 305mm 幅の超長尺プリントヘッド

である。本プリントヘッドは家庭用インクジェットプリンターPIXUS に搭載している高密度プリントヘッド技術 FINE (Full-photolithography Inkjet Nozzle Engineering) を応用し実現した。

本稿では主に FINE 誕生から約 10 年間培ってきた集大成である DreamLabo 5000 プリントヘッドの開発について考察する。

2. 製品の概要

Fig.2 に示す DreamLabo 5000 の主な製品概要は以下の通りである。



Fig.2 DreamLabo 5000

- (1) 生産能力 : L判 44 枚/分
A4 フォトアルバム 20 頁 72 秒/冊
- (2) 染料インク : 色再現性に優れた 7 色染料インクを採用
- (3) 自動両面印刷 : フォトアルバムや POD 印刷に適した自動両面印刷
- (4) 用紙 : 片面/両面、光沢/半光沢などのロール紙を豊富な幅で取り揃える
- (5) 環境性 : 人や環境に優しい設計を目指し、化学薬品に直接触れることや刺激臭をなくした

3. 検討ポイント

Fig. 3 に示す通り本機を市場に投入するにあたっては、業務用プリンターとして高画質、高生産性、ワンパスフォトプリントヘッド開発を最重要検討ポイントとして取り組んだ。以下検討ポイントに関して説明する。

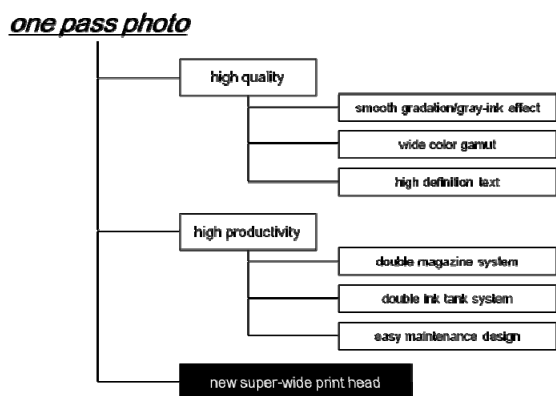


Fig. 3 top-priority technical challenges

4. 高画質化技術

4.1. 階調表現とグレーインク効果

本機はブラック/マゼンタ/シアン/イエローの4色に、フォトシアン/フォトマゼンタ/グレーを加えた合計7色の染料インクを採用している、これにより写真のカラー部、明るいハイライト部の両方で滑らかに出力する事を実現した。

特にCMYKの4色インクを重ね合わせてグレーを構成する場合、カラーバランスのズレが発生し易く、赤味や青味がかかった印刷結果になる事があった。本機はグレーインクを採用する事で、カラーバランスのズレが少ない安定した色表現を実現している。更にグレーインクの効果により、モノクロ写真も豊かな階調で美しいプリントアウトを実現している。

4.2. 広い色域

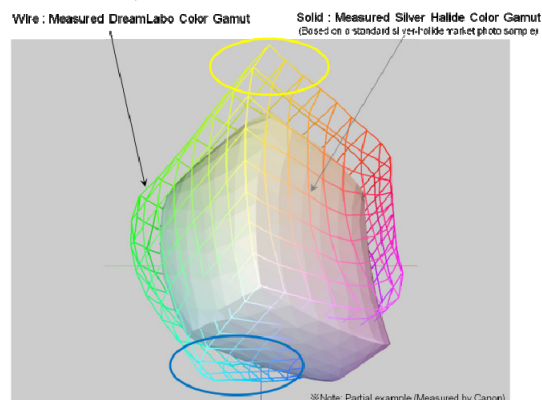


Fig. 4 wide color gamut

本機と銀塩写真の色域を比較したものを Fig. 4 に示す。

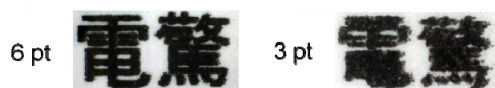
内側のソリッド部が一般的にユーザーが店頭で入手可能な銀塩写真の発色を実測した一部の事例の色域（当社測定結果）で、外側のワイヤー部が本機の発色を実測した色域である。

Fig. 4 に示すように本機の色域が、銀塩写真に比べて広い事がわかる。本機では一般的に表現が難しいとされる明るい高精彩の青や黄色を再現することで画質に透明感を与えることができ、更に銀塩写真の強みである重厚感をうまく融合させることで総合的に、銀塩写真を上回る色表現を可能にしている。

4.3. 高い文字品位

Fig. 5 に示すように家庭用プリンターに搭載されているインクジェット技術では、通常使用されている6pt以上の文字であれば十分に美しい文字出力を実現している。

【Traditional inkjet】



【DreamLabo 5000】



※Canon's raster roll paper (double-sided) is used.

Fig. 5 enlarged microscopic view of text

しかし従来のインクジェット技術では紙面上でわずかながらドット形状が崩れて着弾される為、POD 印刷で求められる 3pt レベルの文字を潰れなく表現するのは困難であった。

本機では、インク着弾時のわずかなドット形状の崩れも抑えて、各ドットが真円になるように高精度なインク吐出の制御を行っている。これにより Fig. 5 に示すように高精細な POD 出力に要求される 3pt レベルの文字も潰れることなく美しく再現できる。



Fig. 6 enlarged microscopic view

Fig. 6 は 3pt の文字を、DreamLabo 5000 と一般的な銀塩写真方式、デジタルオフセット方式でそれぞれ出力して比較したものである。

文字をそれぞれ拡大してみると、DreamLabo 5000 は、潰れやボケが目立つ銀塩写真方式よりも高精細であることは明らかである。

さらに、デジタルオフセット方式と比べても決して遜色のない高品位な文字出力を実現している。また、黒の出力において、黒らしさの度合いを表す OD 値を比較した場合、本機は、デジタルオフセット方式を上回る OD 値 2.2 以上を達成している。

4.4. 高画質化技術まとめ

以上説明したように本機は、豊かな階調表現とカラーバランスのズレの少ないグレーインク効果、広い色域により銀塩写真方式を総合的に上回る画質レベルを達成。更に電子写真方式やオフセット印刷に匹敵する高品位文字出力を両立させる事に成功した。

5. 高生産性技術

5.1. ダブルマガジンシステム

ロール紙を 2 本装填出来るダブルマガジンシステムの採用により、1 本のロール紙がなくなった場合でも、もう一つのマガジンから自動的に給紙することで、印刷状態でもロール紙を交換することを可能にしている。

更に 127mm 幅から 305mm 幅までの豊富な用紙を用意しているため、ユーザーの幅広いニーズに応える事ができる。

オプションで用意したペーパーデッキを装着する事で、合計 4 本までロール紙を装填することが可能となり、紙種や幅の異なる 4 種類の用紙を選んで装填したり、大量印刷時に同じ幅の用紙を全てのマガジンにセットすることで最大 920m までの長時間連続印刷を行う事ができる。

5.2. Easy メンテナンス設計

業務に使用するフォトプリンターとして、メンテナンスなどにより稼働が停止する時間をできるだけ短くする必要があると考えた。そこで本体のパーツを可能な限りユニット化する事に成功した。

5.3. 高生産性技術まとめ

本機は長時間連続印刷を可能にするダブルマガジンシステムと、ダブルインクタンクシステムの二つのシステムを採用し、更にダウンタイムの最小化を実現する Easy メンテナンス設計により高い生産性を達成している。

6. ワンパスフォトプリントヘッド開発

6.1. 新開発超長尺ヘッド

Fig. 7 は新ヘッドの概観イメージである。ヘッド長は最大 305mm 幅であり、30cm 以上もの幅を一度に印刷できるプリントヘッドから、2400dpi の高解像度で均一なインク滴が正確に吐出でき、ヘッドを固定したまま用紙のみの搬送で一度に印刷が可能である。

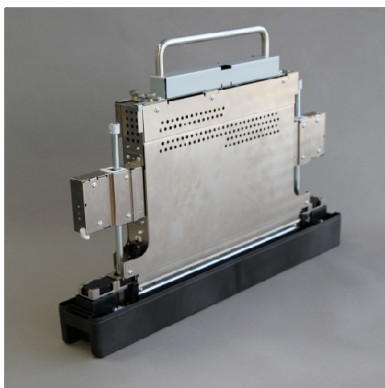


Fig.7 new super-wide print head

6.2. FINE 技術

本ヘッドの開発にあたっては 1999 年の上市以来実績のある FINE 技術を応用している。以下 FINE 技術について述べる。1)

6.2.1. 吐出メカニズム

発生させた気泡によりインクを分離、吐出する方式であり小型化したノズルの先端近傍にヒータを取り付け、インクの吐出口をヒータの真下に配置している。これによりインク滴は、ヒータ表面のインクの発泡により真下に吐出する事が可能であり、ヒータ下のインクがすべて押し出されるので、液滴のインク量はヒータから吐出口までの容積で決まり、常にほぼ一定でばらつきのないインク滴となっている。

インク温度が変動した場合でも影響はほとんど受けず、また吐出するインク量だけを押し出す圧力しか必要ないので、発泡のパワーを効率よく吐出に使い、従来方式よりも 1.5 倍以上の高速でインク滴を飛ばす事が可能なため、微小インク滴でも気流の影響が受けにくく、正確に着弾させることができる。

6.2.2. 製法技術

ノズル製法技術としては、様々な半導体製造技術と、独自の材料技術、そして新開発のプロセス技術を駆使した新たなノズル製造技術を開発し、これを達成している。

ヘッドは、ヒータやノズルをウエハに一体形成して作られる。まず、ヒータと回路部をシリコンウエハに

形成し、そこに独自に開発したノズル形成用特殊樹脂 A の層を形成する。半導体露光装置で露光・現像して型を作る。その上に別の樹脂 B の層を形成して同様に露光・現像して吐出口を形成するとともに、インク供給口も Si の異方性エッチング技術により形成する。そして最後に樹脂 A を除去することにより、微細で中空のノズルが完成する。

こうして、接着する工程をまったく使わずに、大面積にわたり半導体レベルの高い精度でノズルを製造する事ができる。

6.3. FINE 技術の進化

Fig.8 に FINE 技術誕生から現在に至るまでの技術改良のポイント例を示す。10 年間絶え間ない製法技術の改良進化を図ってきている事がわかる。

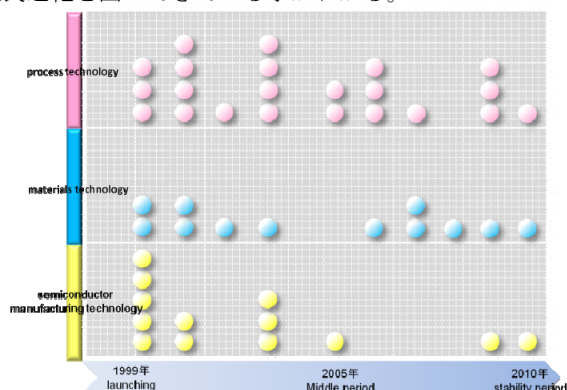


Fig.8 FINE evolution

誕生から約 5 年目の時点で、半導体製造技術に関しては、微細化、回路の改良、回路省エネ化、ノズル形状の変更等の改良を行っている。

材料技術は基本材料の変更、添加剤改良、保護膜材料の変更等を行ってきた。更に製造プロセス技術も工程毎の装置改良、歩留り向上策、形状安定化プロセスの導入、精度向上プロセス導入等を実施してきた。

その結果、FINE 誕生から約 5 年間の進化としては高解像度、高周波数駆動、適性吐出量化、ノズル数アップを図る事ができ、FINE 技術の高機能化が達成され民生用プリンター PIXUS の高速写真画質の実現に寄与した。

更に、2005 年～2010 年までの 5 年間も製造技術の改良は進めており、特にこの期間では高機能ヘッドをい

かに安定的に作る事ができるかを主眼に進化を遂げてきた。

半導体製造技術では微細化された回路の精度を安定化する事を図り、材料技術では材料の管理レベルを上げる仕組みの導入、安定吐出を継続できる耐久性向上材料の導入を図っている。

製造プロセス技術も更なる高精度化を求めて装置変更を重ね、プロセスの根幹をなす露光精度の向上を行ってきた。

このように FINE 誕生から 10 年間、開発・工場が一体となって製法技術改良を積み重ねる事で、ノズル精度がアップし、ノズル形状の均一性を実現する事ができた。

6.4. ワンパスフォトヘッドの完成

Fig. 9 は 10 年間の着弾精度データの一例である。

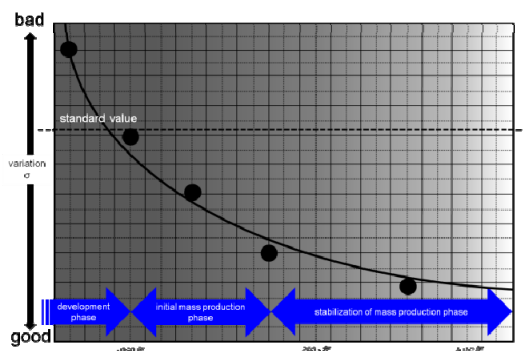


Fig.9 stabilization of eject direction

FINE 開発段階である 1990 年代後半は、 σ で規格を上回るレベルであった。初期 FINE ヘッドでも規格値をギリギリクリアできるレベルであったものが、近年では規格値をはるかに上回るレベルまで安定してきている事がわかる。このデータはワンパスフォトプリントヘッドでも重要な意味を持つ。

従来のシリアル方式のプリンターの場合、様々な擾乱による吐出量のゆらぎやバラツキ、着弾点の変動をマルチパス技術によって補償する事ができていた。

印字ヘッドを複数回走査して画像を形成するマルチパス技術は写真画質達成のための強力な手法である。しかしながらラインヘッドによるワンパス印字ではこの手法は採用できない。2)

高生産性と高画質化を両立するためのラインヘッド

プリントシステム実現のためには、着弾精度を限りなくバラツキのない低いデータで押さえ込む必要があり、FINE 製法技術 10 年の蓄積があったからこそ精度を究極レベルまで追い込む事ができた。この高精度ノズルを必要十分な数を用意する事で実現したワンパスフォトヘッドである。

7. まとめ

本ヘッドはインクジェットのワンパス印刷の中でも高次元のフォト印刷を実現する事に成功した。本製品はリテールフォト市場、ハイクオリティ POD 市場向け製品であるが、様々な製品分野にも応用が可能な技術であり、今後の製品展開は容易である。

本機のサンプルを皆さんに体感して頂き、プリント事業者の事業の発展、エンドユーザーの方々にプリント物を通じて喜んでいただけるように今後も努力を行うと共に、当社として新ジャンルの製品を上市しプリント業界の発展に寄与していきたい。

参考文献

1) K. Nakajima: Current Bubble Jet Technology, journal of the imaging society of japan, vol. 140, p159-166 (2002) [in Japanese]

2) E. Motai, M. Toriumi: Photo-quality printing by the stationary wide print head system, the 97th annual conference of the imaging society of japan, p87-90 (2006) [in Japanese]

尚、本稿は日本画像学会“Imaging Conference JAPAN 2011” 論文集からの転載である。本稿の著作権は日本画像学会が有する。

禁 無 断 転 載

2011年度「ビジネス機器関連技術調査報告書」“IV—1”部

発行 2012年4月

一般社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 (JBMIA)

技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋三丁目 25 番 33 号 NP 御成門ビル

電話 03-5472-1101(代表) / FAX 03-5472-2511