

第III章 プレスリリースに見る OA 機器の技術動向

III-3-7

高速印字対応 Inkjet 技術

(採用機種：WorkCentre B900/B900N)

齋藤孝一、藤井雅彦、由井俊毅

富士ゼロックス株式会社 NBC インクジェット事業統括部 技術開発 G

1. はじめに

プリンタ製品の技術動向として、オフィスなどでの業務用は電子写真方式・パーソナル向けはインクジェット方式と言う色分けがなされているが、近年インクジェット方式の高速対応の進展によってオフィス用途適用の商品提供が始まったと言える。

弊社では2002年7月にビジネス向け高速インクジェットプリンターWorkCentre B900/B900N の発売を開始した(図1)。B900NはB900にNetwork Cardを標準装備したもので本体構成は共通である。主要仕様を表1にまとめた。本機はJEITA標準パターンJ6を標準モードで7.1枚/分、高速モードで10.9枚/分の出力をする。更にビジネス向けの使用を考慮した高信頼性化技術も導入されている。本解説では上記の商品特徴を支えている幾つかの採用技術を紹介しインクジェット技術高速化動向を理解する一助としたい。



図1. WorkCentre B900
(一段及び二段 Option Tray 装着状態)

最高印刷解像度	3200 X 1600dpi
用紙サイズ (標準 Tray)	A3 ノビ〜官製はがき
給紙容量	標準 250 枚 Option 装着時最大 1000 枚
用紙種類 (標準 Tray)	普通紙、再生紙、コート紙、 光沢紙、OHP フィルム等
消費電力	最大 95W、待機時 25W、 スリープ時 5W 以下
大きさ(W, D, H [mm])	530 X 593 X 333

表1. WorkCentreB900 主要仕様

2. インクジェット高速化における技術課題

インクジェットを高速化する場合に必要な技術課題は代表的には下記のようなものがあげられる。

- ①プリントヘッド→長尺多ノズル化の実現
- ②インク→画質と高速乾燥(浸透)性の両立
- ③コントローラ→高速処理、PC 側負荷低減

更に、オフィスにおける使われ方を想定すると

- ④インク補給方式→交換頻度低減
- ⑤ヘッド保守・維持機能→信頼性・保守時間短縮

等も考慮されなければならない。

これらの改善には幾つかの策があるが WorkCentre B900/B900N に導入された具体的な技術について概説する。

3. 新開発 1 インチ・インラインヘッド

図2は WorkCentreB900/900N に採用されたプリントヘッドの外観写真である。プリントヘッドは、インクを噴射するための流路や発熱体が形成されたプリントチップ、インクを収容するサブタンク、大容量インクタンクからサブタンクにインクを供給するためのポート、サブタンクからチップにインクを供給するマニホールド、放熱のためのヒートシンク、電気接続部から構成される。



図2. 1 インチ・インラインプリントヘッド

高速印字を行うため、プリントヘッドには単位時間当りに噴射するインク滴数を増加させることが望まれる。これにはインク滴を噴射するノズル数を増加させるアプローチと、1つのノズルから単位時間当り噴射するインク滴数(=繰り返し印字周波数)を増加させるアプローチがある。本機採用のプリントヘッドは1色当り832個のノズルを有し、一度に印字できる最大幅は1インチを超え、A4原稿を約5回のスキャンで印字する(高速モード時)。

サーマルインクジェットヘッド(チップ)はインクを加熱する発熱体が形成された基板(発熱体基板)と、インク流路が形成された基板(流路基板)を接合・切断して作製する(図3)。

これら2つの基板材料が異なるとヘッド作製時や印字時のヘッドの温度上昇により、熱膨張率の違いによる歪みやはがれが生じる。この問題は印字長(ヘッド長)が長いほど大きくなる。本プリントヘッドは2枚の基板に同じ材料であるシリコンを採用し、1インチ長においても熱による歪み等の発生を抑えている[1]。

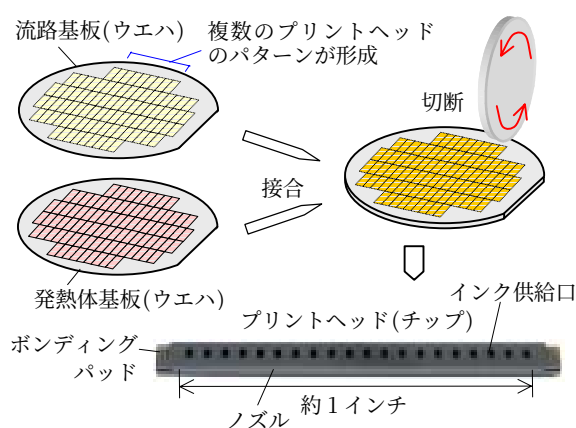


図3. プrintヘッド(チップ)の作製

繰り返し印字周波数もインク流路形状の工夫により従来製品に比べ大幅に向上させることができ、結果として1色当り1秒間に最大約1500万個のインク滴を噴射でき、高速印字が可能になった。

印字速度を犠牲にせず高画質化を両立させるには、噴射するインク滴を小さくすると同時にノズル解像度を高めることが必要である。本プリントヘッドはイン

ク滴を噴射するためのインク流路(ノズル)を800dpiで配列している。一列配列ノズル密度としては世界最高を実現している(図4)。

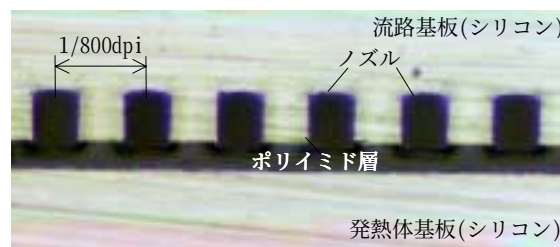


図4. プrintヘッド正面写真(ノズル)

この高い解像度を実現するため、インク流路の形成には高精度な加工が行えるマイクロマシニング技術であるシリコン RIE(Reactive Ion Etching)を採用した。

一方、インク供給口やリザーバー等比較的大きなサイズの流路形成には結晶異方性エッチング(ODE: Orientation Dependent Etching)を用いている(図5)[2]。

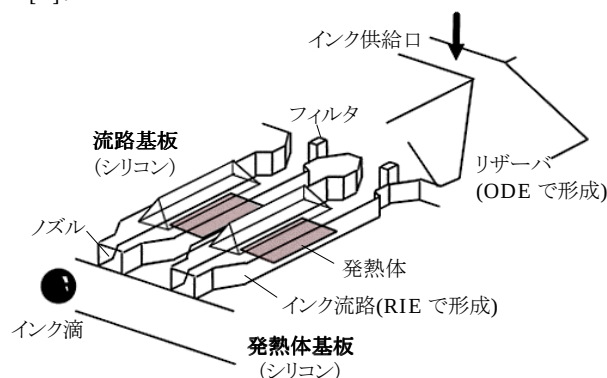


図5. プrintヘッドインク流路構造

2枚の基板の貼り合わせには従来は接着剤を用いていた。しかしながらノズルの解像度が高くなり、噴射インク滴を小さくするためノズルサイズを小さくすると、接着剤がインク流路やノズルに侵入しインク供給や噴射を阻害する。このためプリントヘッドの接合には接着剤を用いず、ポリイミド層を介した直接接合技術を採用した。発熱体を形成したシリコンの基板の上には、高耐圧駆動ドライバ、論理回路も一体で作製してプリントヘッドの小型化、低コスト化を図っている(図6)[3]。

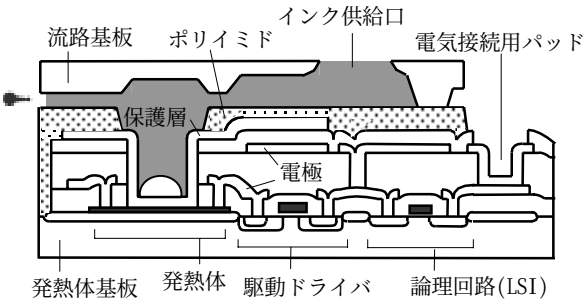


図6. プリントヘッド断面構造

4. 高速・高画質を実現する新規インク及びメディア技術

オフィスで使用されることを前提とすると、エコロジカルで高速・高画質を達成することが技術課題となる。その為に普通紙で高速ドライイング(紙上での乾燥、浸透)と普通紙高画質(滲みが少ない、高画像濃度)の両立を狙ったインク開発を行った。特に黒インクは、高品位の文字画質が求められるオフィス用途では特に重要である。

従来のインクジェット用水性インクは、大別すると Slow Dry (SD) インクと Fast Dry (FD) インク

がある。SD インクの普通紙画質は良好だが紙上でのドライイングが遅く、高速プリント対応は困難である。一方、FD インクはドライイングが速く高速対応可能だが、低画質(画像滲み、低画像濃度)で両者とも速度と画質の両立は出来ない。

これを改善する手段として、黒カラーインク間反応[4]、あるいは P-POP 方式[5]を搭載したプリンタが市販されている。これらは、高速ドライイングと普通紙高画質をある程度両立達成可能な手段であるが、①1 プリント毎の必要インク量が増加しランコストが高くなる、②メンテナンス機構等プリンタが複雑となる、③インク中色材の反応・凝集を利用する為信頼性へのインパクト大、という問題がある。

我々は、これら問題を生じず、高速ドライイングと普通紙高画質の両立が可能な新規 MD 型黒インク技術の獲得を目指し開発を行った。オフィス使用前提で黒画像保存性を考慮し、耐水性、耐光性に優れたカーボンブラック(CB)を色材として用い、特殊な界面活性剤及び添加剤の組み合わせにより「浸透とCB凝集バランス技術」を確立した[6]。主要な普通紙での高速プリント及び高画質の両立を達成できた(表2、図7)

表2. 普通紙/高速/高画質達成の為の黒インク技術比較

要求特性	本技術 新規 MD インク技術	Slow Dry (SD) インク	FastDry (FD) インク	SD インク (カーボンとの反応型)	SD インク (反応液使用)
画像濃度	△～○	○	X	○	○
画像滲み	△～○	○	X	△～○	○
速乾性	△～○	X	○	△	X
信頼性 (ヘッド目詰まり・コゲーション・接液性)	○	○	○	△	△
ランニングコスト	○	○	○	X	X



SD 黒インク
Drying Time=30s
画像濃度 1.58



新規 黒インク
Drying Time= 2s
画像濃度 1.45



FD 黒インク
Drying Time <2s
画像濃度 1.07

用紙
富士ゼロックス社
製普通コピー用紙
印字モード:
高速一括印字

図7 新技術インクと従来インクとの画質及び Drying Time 比較

また、In-Line で 800dpi という世界最高密度のノズル配列であるが故の微細稠密なノズル構造での顔料インク使いこなし(信頼性)も同時に大きな課題となった。これには構成材料の最適化により従来の CB 分散インクよりも大幅に目詰まりの発生し難い高信頼性の黒 CB インクを提供することが出来た(図 8)。

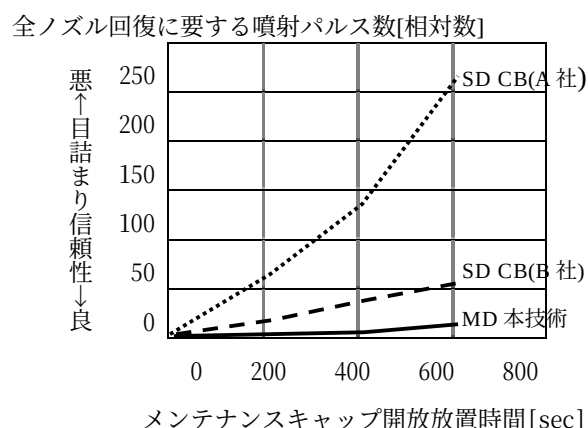


図 8. 新規黒インクの大气開放回復性

一方カラーインクは、普通紙のみではなく市販フォト光沢紙も使用可能とするために、色材は顔料ではなく染料を採用した。染料種は各色とも、発色と耐水性・耐光性のバランスを考慮し選択した。これら染料を使用し、小ドロップ効果による高画質化を達成した。更に、従来のカラーインクよりもヘッド目詰まり発生を大幅に軽減させるべくビヒクル構成材料を設計し、結果として頻繁なメンテナンス動作を必要としないインクセットを提供できた。

また、さらなる IJ 画質向上と、カラー染料画像の耐水性を付与し、同時にレーザー適性も持たせた次世代のオフィス普通紙(標準紙)として「インクジェットハイグレード® 普通紙」の開発をおこなった。この用紙は、画像の滲み・高画像濃度(高発色性)・耐水性などを向上させるために、インクの着弾時にすばやくインク色材と反応させ、水不溶化する材料を紙表面に処理したものである。

さらに、カラーレーザー機器での画質や信頼性を損なうことの無い処理材料・処理方法の工夫により、IJ

適性とレーザー適性を兼ね備えた普通紙性能を達成した。次世代のオフィス標準紙のさがけとして、本機と同時に市場への提供ができた。

5. 高速画像処理テクノロジー D-Raster

通常のプリンターは、プリント指示したデータの描画処理をパソコン側で行なうタイプと、プリンター側で行なうタイプとに大きく分類される。両者ともデータ処理のプロセスはシンプルであるが、パソコンもしくはプリンターのどちらか一方に負荷が集中してしまい高速印字時のパフォーマンス低下を招いている。それを改善する為 本機ではプリンターに搭載したコントローラーおよび画像処理専用チップにより、プリントイメージ処理をパソコン側とプリンター側で並列処理する方式を採用した(D-Raster)。200MHz Risc プロセッサと画像処理チップによって高度な色変換も高速に行っている(図 9)。本技術によって、特にパソコンの処理能力が低い場合に経験する事が多かったプリンターの待ち状態を大幅に防げるようになっている。



図 9. D-Raster 概念図

6. インク供給方式

インクタンクからプリントヘッドにインクを供給する方式として、ヘッドとタンクを一体にしてキャリッジに搭載するオンボードタイプとヘッドとタンクを分離したオフボードタイプがある。コンシューマー向けプリンタではほとんどがオンボードタイプである。本機はオフィス用途のプリンタのため、印字枚数はコンシューマー向けより多くインクタンクの容量も大きくなる(重くなる)。また印字速度向上のためキャリッジの走査速度を高める必要があるが、重いプリントヘッドを高速で走査させるには長い助走距離が必要となりプリンタサイズが大きくなる。また走査時のプリントヘッドのぶれも大きくなる。このため本機ではオンボードタイプではなく、ヘッドとタンクを分離するオフボードタイプを採用しキャリッジの軽量化を図った。オフボードタイプには従来からインクタンクとプリントヘッドをチューブで直接繋ぐ方式があるが本機では新たに Automatic Ink Refill System を開発した。これはプリントヘッドのサブタンクに少量のインクを保持し、インクがなくなると補給ポジションに移動しプリントヘッドのポートを通じて大容量インクタンクからインクを自動的に補給する方式である(図 10)。

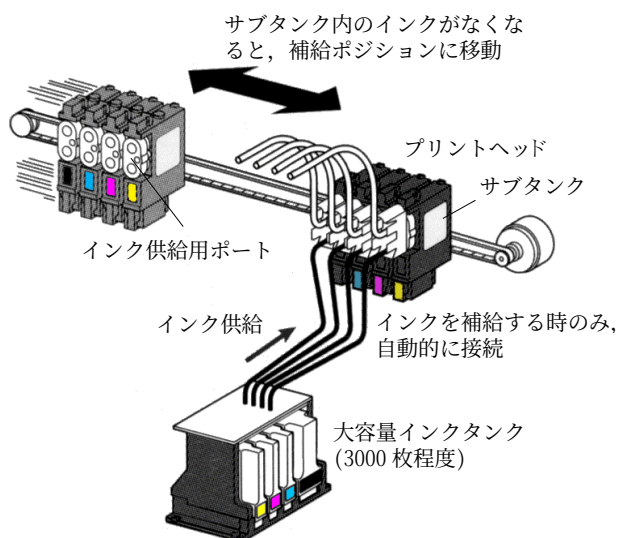


図 10. Automatic Ink Refill System

大容量のインクタンクには約 3000 枚印字可能なインクが収容されており、ユーザーは頻繁にインクタンクを交換する必要がない。これはネットワークに接続して複数のユーザーが使用する場合に特に有用である。

7. プリントヘッド保守・維持機構

インクジェットプリンタでは、プリントヘッドの画質性能を維持するためのメンテナンス機構が備わっている。ここでは特に本機で初めて採用した SHDJ (Super Heat Dummy Jet) と呼ぶメンテナンス技術を中心とした気泡(バブル)マネージメントについて解説する。

サーマルインクジェットではプリントヘッドの温度上昇に伴いインクに溶存した気体が析出し気泡となる。析出した気泡はインク流路やリザーバに停滞し、インクの供給を止め噴射を阻害する。このため従来は気泡を含んだインクをノズルからポンプで吸引・排出することで気泡による欠陥を防止、あるいは回復させていた。しかし、この操作では大量のインクを消費し吸引のための時間もかかる。また排出したインクを収容するスペースも必要となりプリンタの大型化につながる。

本プリントヘッドでは、析出した気泡がインク流路に停滞せずサブタンク内の一部(マニホールド)に移動し蓄積する構造を開発し、メンテナンスポンプによる気泡吸引を極力なくす事に成功した(図 11)。

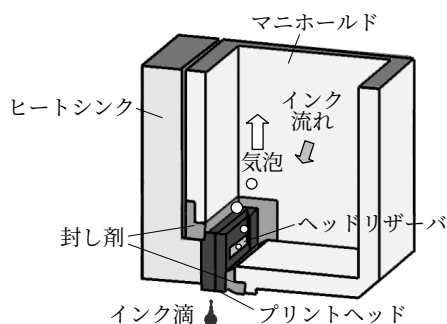


図 11. マニホールド構造

しかしながら、例えばプリントヘッド取り付け時の機械的振動等で外部からインク流路に泡が混入し、噴射障害を起こすこともある。この場合でも SHDJ と呼ぶ

クリーニング動作により、インクをほとんど無駄にせず回復させることができる。SHDJ はインクが噴射しない程度のパルスを発熱体に連続的に印加してリザーバ内のインクを 100℃まで加熱・沸騰させ、大きなバブルを形成する。形成されたバブルは混入した泡と合体し、マニフォールド部へと移動する[7]。

表 3 は、WorkCentre B900/900N と、オフィス向け用途に販売されている他社のインクジェットプリンタにおいて、メンテナンス(ヘッドクリーニング)1 回につき消費されるインク量とメンテナンスにかかる時間を比較したものである(当社調べ)。

表 3. メンテナンスで消費するインク量と所要時間(クリーニング)

実測値 (室温環境)		WC B900	他社 プリンタ
所要時間 (秒)		26	144
インク消費量 (g)	黒	0.04	1.1
	カラー	0.01	1.0

このようにインク消費量は非常に少なく、インクを無駄にすることがない。また所要時間も短いため、スループットを大きく低下させることがない。

9. むすび

インクジェット技術の歴史は古く、もともとは大量高速印字・それぞれの時代での超高画質印字方式・幅広印字などの産業用途に使われていた。しかしながら 1980 年代からのオンデマンド型インクジェットの商品化をきっかけにして記録方式の簡易さを活かして小型ホームユースの商品が主流になった。

その結果、インクジェットは安価であるが遅い記録方式であるかのようなイメージが出来た。しかしながら今後は本機などの商品や技術を契機として、小型簡易なオンデマンド方式インクジェットによるオフィスユース・高速領域適用への挑戦が始まるものと考えている。

参考文献

- [1]M. Fujii, The Journal of Imaging Science and Technology, 43, p. 332 (1999)
- [2]R. Nayve, IEEE The Sixteenth Annual International Conference on Micro Electro Mechanical Systems 2003, p. 456, Kyoto, Japan, (2003)
- [3]M. Murata, IEICE TRANS. ELECTRON., Vol.E84-C,12, p. 1792 (2001)
- [4]例えば Looman Steven D.(Hewlett Packard Company),USP5679143(1997)、
Shields James P.,Radke Garnold E.(Hewlett Packard Company),USP5428383(1995)
- [5]例えば 高橋、倉林(キヤノン株式会社)、特開平 8-20161(1996)
倉林、城田、高橋(キヤノン株式会社)、特開平 7-314886(1995)
- [6]例えば 土井、一澤、鈴木、堀之内、由井、橋本 JP3239807(2001)、
土井、井上、橋本、特開 2000-144028(2000)
- [7]K. Oda, IS&T 's Seventeenth International Congress on Advances in Non-Impact Printing Technologies, p. 314, Orland, Florida, (2001)

禁無断転載

**2002 年度
事務機器関連技術調査報告書(III-3-7 部)**

**発行 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会
技術委員会 技術調査小委員会**

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目21番19号
秀和第2虎ノ門ビル
電話 03-3503-9821
FAX 03-3591-3646