

(5) GELJET プリンタ (IPSiO G7570/G717/G515)

亀井稔人、太田喜久、永井希世文、水木正孝
(株)リコー GJ事業部 GJ設計統括部

1. はじめに

インクジェットプリンタはハガキ印刷、光沢写真印刷等のパーソナル用途を中心に家庭用プリンタとして広く普及してきた。近年、本体価格の低下、耐水性に優れた顔料インクの搭載により、オフィスにてビジネス用途のプリンタとしても使用され始めてきている。

本製品 GELJET プリンタはリコー独自の GELJET テクノロジーを搭載することにより、これまでインクジェット方式では難しいとされていた普通紙高画質、高速両面印刷、及び低ランニングコストを実現し、仕事用に快適印刷を提供する新しいタイプのインクジェットプリンタである。

製品名		G7570	G717	G515
解像度		最高 3,600×1,200dpi 相当		
ノズル数		C/M/Y/Bk×各色 384 ノズル		C/M/Y/Bk×192
給紙モード		標準トレイ・手差し 増設トレイ(オプション)		標準トレイ 手差し
消費電力	省エネモード	6W 以下		
	動作時平均	35W 以下 (オプションを除く)	30W 以下 (オプションを除く)	27W 以下
外形寸法 (増設トレイ装着時) (A3セット時)		W615×D557×H250 W615×D692×H360 W615×D692×H250	W490×D460×H218 W490×D469×H328	W403×D440 ×H218

表2 IPSiO G7570/G717/G515仕様(その他)

2. 製品の概要

GELJET プリンタは IPSiO G707/G505 を 2004 年 2 月に普通紙高速高画質、低ランニングコストで仕事用ビジネスプリンタとして発売を開始した。その後、A3 用紙サイズの対応、また、印刷速度、画質の向上を実現し、2005 年 1 月に本製品である IPSiO G7570/G717/G515 を発売した。IPSiO G7570 は GELJET プリンタとして始めて A3 用紙サイズの印刷を可能にした製品である。いずれも GELJET テクノロジーを継承した製品で、その主な仕様を表1、表2に示す。また、構成図を図1に示す。

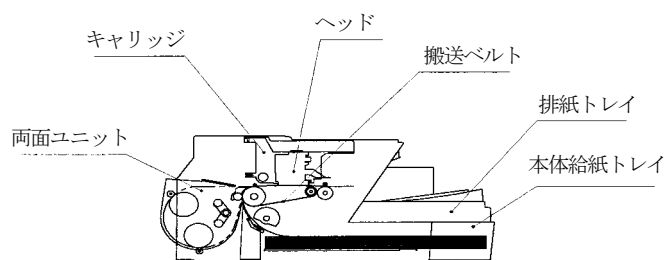


図1 IPSiO G717/G515の構成

表1 IPSiO G7570/G717/G515仕様 (印刷速度)

製品名		G7570	G717	G515
連続 プリント 速度 A4	モノクロ(チャート①にて出力)	20ppm	21ppm	20ppm
	カラー(チャート②にて出力)	20ppm	21ppm	20ppm
	モノクロ(チャート③にて出力)	14.5ppm	15.0ppm	10.0ppm
	カラー(チャート④にて出力)	8.7ppm	8.8ppm	7.5ppm
ファースト プリント A3	モノクロ(チャート③にて出力)	10.0ppm	—	—
	カラー(チャート④にて出力)	5.4ppm	—	—
	モノクロ(チャート③にて出力)	6.0 秒以下	7.5 秒以下	
	カラー(チャート④にて出力)	9 秒以下	10 秒以下	
A3	モノクロ(チャート③にて出力)	8 秒以下	—	—
	カラー(チャート④にて出力)	13 秒以下	—	—

モノクロ (チャート①)、カラー (チャート②) はリコー製作チャート、モノクロ (チャート③) はJEITA標準パターンJ1、カラー (チャート④) はJEITA標準パターンJ6

3. GELJETテクノロジー

3. 1. GELJETビスカスインク

現在普及している一般的なインクジェットプリンタでは、普通紙の滲みを抑えるため黒顔料を用いた緩浸透性インクが使われている。このインクの短所としては浸透が遅いため、乾燥するまでの待ち時間を要すること、また定着性が低く擦れ汚れが発生し易くなるという点があった。そのため、高速印字時のスタック性や両面生産性を上げるにはヒーター過熱等の乾燥補助手段が必要と考えられた。

GELJET ビスカスインクは高粘度高浸透性の顔料インクとすることにより、補助手段を用いず、滲みを少なく、また、裏抜け濃度を低くすることを実現した。以下、その詳細を説明する。

第一の特徴として、全色顔料を採用しているという点である。ビジネス用途に要求される普通紙画像品質、及び画像保存性（耐水性、耐光性）という点から顔料を採用した。

次にインクの物性値の特徴として、高粘度、高浸透性が上げられる。インク中の色材濃度、溶媒組成をパラメータとして、表面張力、粘度の異なるインクについて普通紙での印字特性を比較した。

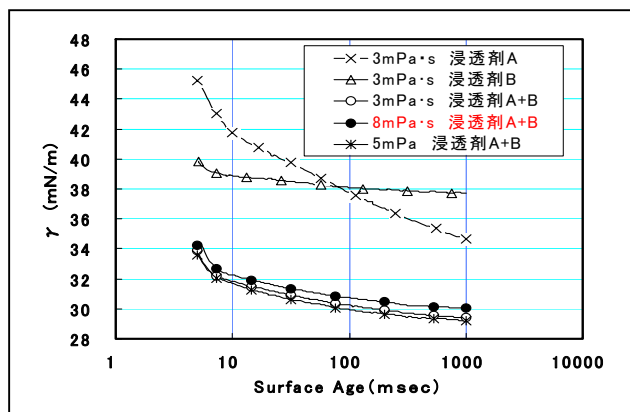


図2 インクの動的表面張力

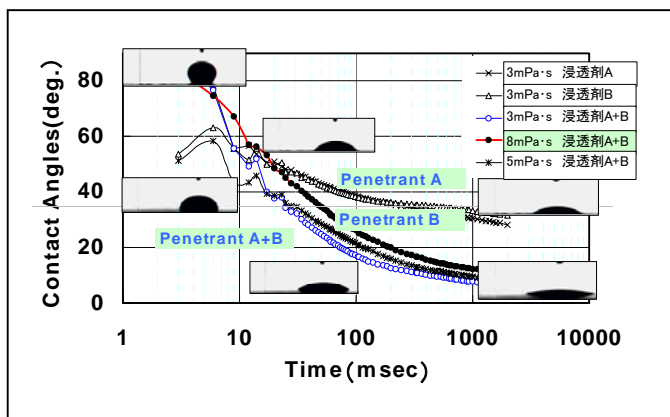


図3 Type6200紙上でのインクの動的接触角

図2は最大泡圧法により測定した動的表面張力である。図3はインク5 μ lを普通紙に接触させた際の動的接触角の変化を示している。8mPa \cdot sの高粘度でありながら、浸透剤AとBを組み合わせたインクは高い浸透性を示している。

一般にインク粘度が高ければ滲みにくいが浸透性が不十分となる。本インクは、種類の組成で浸透性の評価を行い、2種類の浸透剤を組み合わせることで紙への浸透性を向上させた。

その動的表面張力は10~100msecとなり、高粘度でありながら紙への浸透性に優れたインクを実現した。

次にインクが紙に着弾前後に起こる挙動を説明する。図4はインクが紙に着弾する時に想定される水分減少による粘度変化の状況を示す。色材濃度5%の低粘度インクは蒸発減量に伴う増粘はわずかで、その性状は流動性を保持している。一方、色材濃度10%の粘度8mPa \cdot sの高粘度インクは蒸発減量30%を超えると急激に増粘し、水、保湿剤を含んだ状態で流動性が低下し、その性状は広義のGEL状態となる。

紙への浸透性に優れ、かつ水分蒸発による急激な増粘ゲル化という特性を持つことにより、従来の浸透性インクにくらべ、紙の表面側にインクが留まりやすく、画像濃度が高く裏抜けが少ないインクとすることができた。

図5にシアン部べた部断面の浸透の様子を示す。低粘度インクにくらべ表側に留まっていることがわかる。

表3に普通紙標準はやいモードでの低粘度の浸透系インクとの画像特性比較結果を示した。

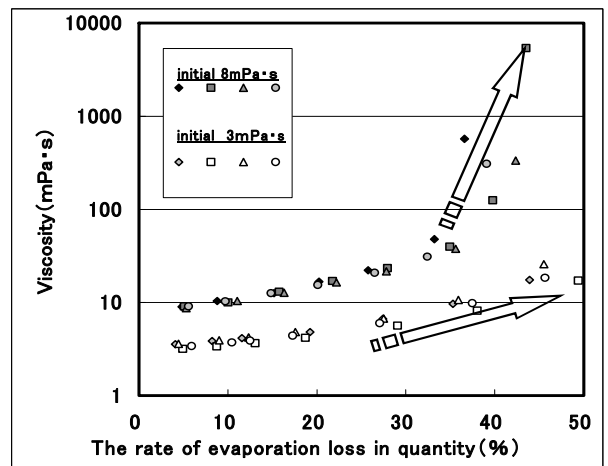


図4 乾燥によるインクの粘度変化

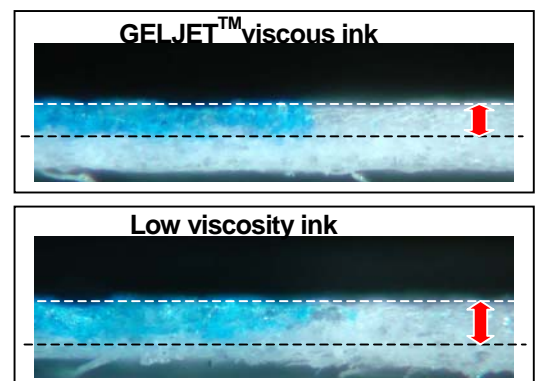


図5 シアン印刷紙の断面

表3 画像濃度と裏抜け濃度
(印刷モード：標準はやい)

紙種	低粘度インク		ビスカスインク	
	濃度	裏抜け	濃度	裏抜け
タイプ6200	1.17	0.18	1.28	0.15
マイリサイクル ペーパー	1.08	0.15	1.15	0.09

図6には普通紙高画質モードでの文字拡大図を示す。その文字品位はレーザープリンタに迫るレベルとなっている。このように特徴的な特性を有するGELJETビスカスインクは普通紙高速両面印刷に対応し、普通紙画質の向上を実現した。



図6 GELJETプリンタとレーザープリンタ (RICOH MF717) との普通紙文字画像の比較

3. 2. GLJETワイドヘッド

3. 2. 1. ヘッドの構造

ヘッドはクラス最大の 1.27 インチの長さで、1 列内に 192 個のノズルを 2 列千鳥配置し、合計 384 ノズルを有している。本製品の IPSi0 G7570/G717 は 1 ヘッド 1 色とした 4 ヘッド構成モデルで、IPSi0 G515 は 1 ヘッド 2 色とした 2 ヘッド構成モデルである。

アクチュエータは積層圧電(ピエゾ)方式を採用しており、圧電素子に発生させる圧電歪を積層厚み方向 (d33) に変位させ、振動板を通して圧力発生室を励振し、その容積変化でノズルからインク滴を噴射させている。

また、液室を構成する部材に半導体製造技術を応用したシリコンを採用することで、高精度加工を可能にし、さらに、図7のようにピエゾの不活性層部で支持できるように新開発した振動板形状を採用し剛性を上げている。

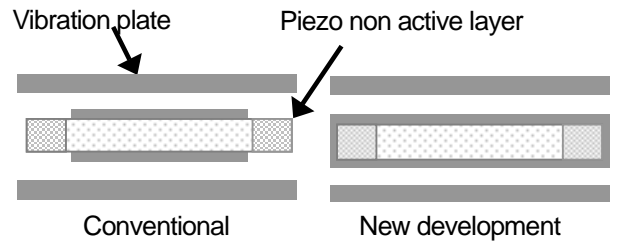


図7 振動板と不活性層部

この高剛性の液室構成により、従来ヘッド (1998 年 7 月に発売した IPSi0 JET 300 の搭載ヘッド) との比較において、等価モデルでのシミュレーション計算結果から圧力発生室内の圧力は約 4 倍、固有周期は約 1/2 となった。GELJET ワイドヘッドの新開発技術により、圧力発生室の高剛性化を達成し、固有周期の短縮を図り、高粘度の GELJET ビスカスインクを高周波数で噴射させることができた。

3. 2. 2. 駆動制御技術

図8に圧電素子に印加する駆動電圧信号を示す。インク滴の噴射特性は圧力発生室への励振強度と固有周期で決まるため、圧力発生室の固有周期を利用した駆動制御を行うことで、M-Dot (Modulated Dot Technology) を実現でき、5pl~36pl のインク滴を作り出すことが可能となった。最も大きな 36pl の滴を形成する場合には発生パルスを 4 パルス使用し、パルス数分の小滴を噴射させた後、空中で滴を合体させ、紙へ着弾させる技術を開発した。1 種類の駆動電圧信号から、パルスを選択することで、大中小 3 種類のインク滴サイズ変調を行うことが可能となった。

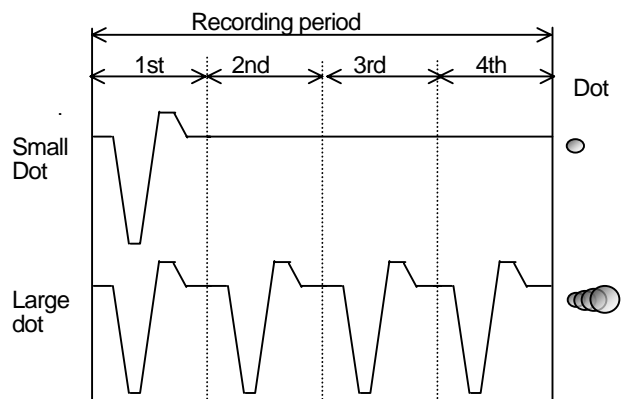


図8 駆動波形信号

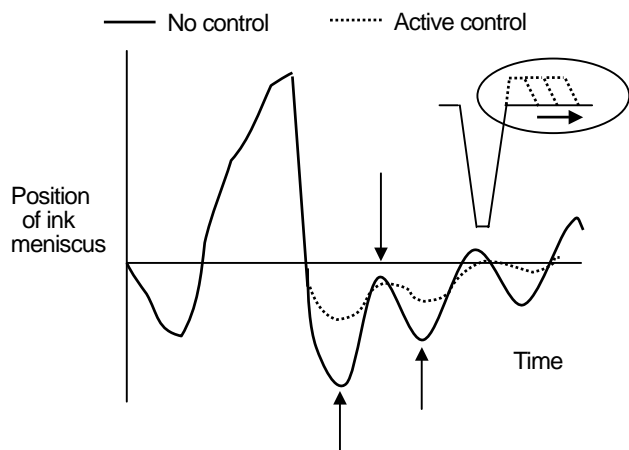


図9 メニスカス制御

また、インク滴噴射前後のメニスカス状態を図9に示す。インク滴を高周波数で安定に噴射させるための技術として、駆動電圧信号のパルスに制振駆動部を設けた。これにより、メニスカスの状態を常に一定に保つことが可能となった。

さらに、ヘッドの製造工程での加工ばらつきを固有周期に応じた制振駆動部のタイミングを選択することで、噴射のばらつきを補正することを可能にした。このような駆動制御技術を用いてGELJET ワイドヘッドを制御することで、高速高画質を実現している。

3. 3. GELJET BT システム

用紙搬送システムには、レーザープリンタでも使用している静電吸着ベルトを用いたGELJET BTシステムを採用している。

一般的なローラ搬送方式の場合、ヘッド前後のローラで紙を引っ張り合って印刷するため、片側のローラが外れた状態で印刷しなければならない用紙先端部や後端部は、印刷品質が不安定になり易く、大きな余白を取ることが多い。図10に示すGELJET BTシステムでは、用紙全面をベルトに吸着させることにより用紙のたわみを押さえて、用紙先端部から後端部までプリント領域を十分に確保でき、レーザープリンタ同等の余白3mmを実現している。また、用紙全面を吸着させて搬送することにより、用紙にダメージを与えることなく高速で高精度な自動両面用紙搬送を実現した。

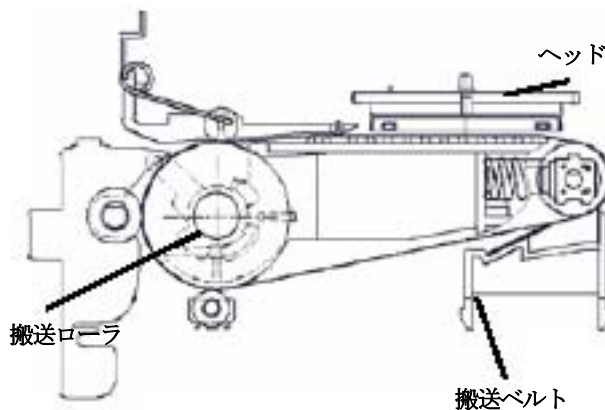


図10 GELJET BT システム

3. 4. 画像処理

3. 4. 1. レベルカラー印刷

カラー印刷はモノクロ印刷と比較するとランニングコストは高くなる。この理由はYMCK4色のインクを使用する場合、2次色であるRGBを表現するのに、RはMとY、GはCとY、BはCとMの減法混色となり、混色分のインクを消費することになるからである。レベルカラーとはランニングコストをモノクロ印刷と同等コストにするためのカラー印刷画像処理技術である。

ランニングコストはページ当たりの紙へのインク使用量から算出される。図11に示すのは平均的なビジネス文書であるJEITA標準パターンJ6チャートの印刷モードとインク量の関係である。前述したように、カラー印刷の方がモノクロ印刷よりインク量が多い。また、レベルカラーはモノクロ印刷と同等インク量である。

しかし、インク量を全体的に低減すると画像全体の品質が著しく劣化するため、レベルカラーでは比較的視認性を要求される文字画像の画像処理は行わず、インク量も変更せずに、グラフィックス画像、写真画像に使用するインク量について、画像階調に一律係数を乗算し、インクの消費を防ぐ濃度制御画像処理を実施している。

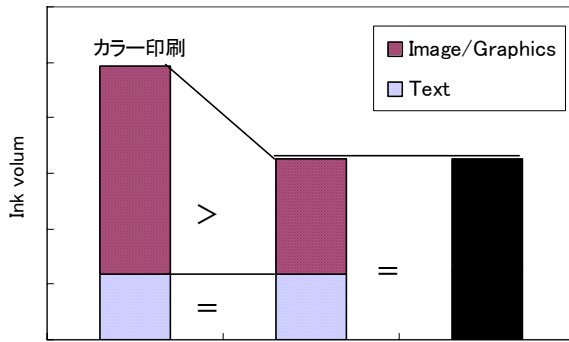


図 1 1 印刷モードによるインク量

3. 4. 2. 中間調ディザマトリックス

GELJET プリンタはオフィスでの印刷を中心に考え、オフィスで要求される普通紙への高速高画質化の画像処理技術を搭載した。高速性に有利なディザ処理に着目し、その中でも万線ディザを採用することで階調の連続性を保持し、高画質化の実現を目指した。

共に基準万線パターンである階調Aから階調Cへ成長させる各階調を設計する手法については、図 1 2 に示したように、まず、増加分の差分パターンに対して、ハイパスフィルター補正をかけて配置順を決定する。次にこの操作を繰り返し行い差分の各階調パターンを設計する。図 1 2 の下図に基準万線パターンである階調 A とその成長過程の万線パターンの周波数特性を示した。ハイパスフィルター補正による効果で低周波側のピークが抑えられ、且つ階調周波数は高いまま保持することができた。

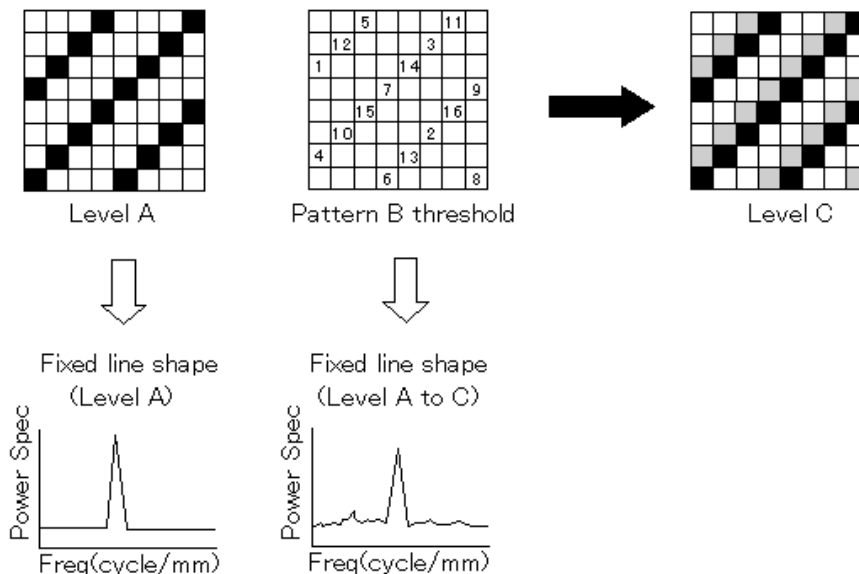


図 1 2 ディザマトリックス設計手法

このように設計された斜め万線ディザマトリックスは、成長過程で別角度の基調は現れず、階調の連続性に優れていた。また、斜め万線にすることで、主副走査記録ムラに対しても改善効果があった。GELJET プリンタに今回開発したディザマトリックスを搭載することで、高速高画質を達成できた。

4. おわりに

GELJET プリンタは '04 年 2 月に発売以来、普通紙高速高画質、低ランニングコストで事務用ビジネスプリンタとして好評である。今後もこのテクノロジーを発展させ、GELJET プリンタのシェア拡大を狙いたい。

参考文献

- 1) 後藤明彦, 坂内昭子, 井上智博, 小谷野正行, 永井希世文 : 高粘度浸透性顔料インク (GELJET ビスカスインク) による普通紙対応性の改善, Japan Hardcopy, 論文集, (2004), P. 101-104
- 2) 野田浩司, 尾方賢一, 亀井稔人, 江口裕俊, 木村隆, 太田善久 : GELJET ワイドヘッドによる高速高画質化技術, Japan Hardcopy, 論文集, (2004), P. 85-88.
- 3) 平野政徳, 吉田雅一, 亀井稔人 : GELJET プリンタ用ディザマトリックス設計手法, Japan Hardcopy, 論文集, (2004), P. 303-306