

産業用途に広がるインクジェット技術

Expansion of Konica Minolta Inkjet Technology

石橋大輔*
Daisuke ISHIBASHI

伊東祐一*
Yuichi ITOH

田口彰宏*
Akihiro TAGUCHI

村松隆*
Takashi MURAMATSU

小俣猛憲*
Takenori OMATA

要旨

現在、インクジェット印刷は種々の用途に広がっている。特に家庭用プリンタや大判サインと言われる看板、ポスター印刷分野では全世界的に普及している。その一方で、例えば印刷全体としては従来のオフセット方式、スクリーン方式等がまだまだ用いられているのが現状である。

アナログ印刷方式に対して、インクジェットに代表されるデジタル方式の印刷では、印刷の版が不要、バリエーション、高意匠性といったユーザーの利点だけでなく、省エネルギー、排水・廃液が少ないといった社会全体への貢献という意義も挙げられる。これら社会全体への貢献は大量に印刷が行われている生産現場へのインクジェット導入が行われることが必要である。

これまでインクジェット方式では生産性が不十分であったため、小ロット生産には用いられるものの、既存印刷方式を置換えての生産用途としてはまだ不十分であった。そのため、インクジェット技術としては、生産機として必要な生産性が求められている。

インクジェット事業部ではインクジェット技術において重要な各技術ユニットであるインク、ヘッド、プリンタ、これらを統合するシステム開発を行ってきた。2013年5月にインクジェット技術の生産現場への参入のため、高周波数、高ノズル密度実装技術を開発・上市した。この高生産性ヘッドを用いて開発した、コニカミノルタ独自のインクジェット生産システムの例として『Nassenger®』および『KM-1』を紹介する。合わせてこれらインクジェット生産システムに適合したインク技術についても紹介する。また、社外との協業による実用化としてセラミック印刷分野について紹介する。さらに今後期待されるインクジェットによるモノ作りとしてプリントドエレクトロニクス分野についても紹介する。

Abstract

Inkjet printing is expanding into many kinds of application. In particular, consumer inkjet printers and wide format inkjet printers for signage are widely used all over the world. However, in the printing industry, analogue printing such as offset printing and screen printing are still being used. In comparison, digital printing such as inkjet printing not only offers such user advantages as not needing plates, greater flexibility, and the allowance of higher sophistication of design, but digital printing also serves social values such as saving energy and producing less waste water. Such social contributions would be multiplied if inkjet printing were adopted for heavy production printing.

Until now, the productivity of inkjet printing has been insufficient to satisfy the existing printing industry, and inkjet printing has only been used in small batch production. Inkjet technology needs to deliver high productivity in heavy production printing if it is to replace analogue printing.

We have been developing inks, print heads, and printing systems which integrate them, all of which are important for inkjet technologies to serve heavy production printing. In May 2013, we succeeded in developing new print heads that deliver high productivity. The print heads employ new technologies, such as a high-frequency drive method and densely-packing nozzle chips.

This paper presents unique Konica Minolta inkjet systems that have successfully entered the heavy production printing market, the inkjet textile printer Nassenger® and the KM-1 production printing inkjet press. Both systems use a new print head and high productivity inks developed by Konica Minolta. Further, in cooperation with business customers, we developed an inkjet printer that prints on ceramic, and in expectation of a new market, we have adapted inkjet printing to printed electronics.

*インクジェット事業部

1 コニカミノルタにおけるインクジェット事業

産業用途のインクジェットは、多種多様な用途に適応するため、高い精度、生産性、安定性が要求されている。そのため、インクジェット事業部では産業用インクジェットで必須の3要素であるインク、ヘッド、プリンタの三位一体の開発により、総合力及び単体での高い性能を達成、これにより産業用インクジェット市場を開拓し続けてきている。

現在の産業用途インクジェットとしての主な用途は広告用サイン、バナー印刷用途であり、特に経済成長が著しい中国における市場規模が大きく、中国市場での成功が事業の大きな鍵となっている。ヘッド事業としてはコニカミノルタは中国市場において高いシェアを有し、この分野においてさらに拡大を続けている。

三位一体のシステム事業としてはイタリア市場を中心にインクジェット捺染プリンタ事業を展開している。

また、インクジェット事業部は有力なパートナー会社である、英国IJ社、イタリアVERGA社、香港KOMI社と連携、グローバルにインクジェット市場を開拓している。

2 産業用インクジェット市場現況

産業用インクジェット印刷は拡大しているが、画質、印刷速度が不十分なため、生産装置である既存印刷を完全に置換えるには至っていない。

アナログ印刷方式に対して、インクジェットに代表されるデジタル方式の印刷では、印刷版が不要、バリエーション、高意匠性といったユーザーの利点だけでなく、省エネルギー、排水・廃液が少ないといった社会全体への貢献という意義も挙げられる。そのため、一部の印刷分野からインクジェット方式による置換えが始まっている。今後技術向上により、スクリーン方式ではセラミック分野に続き、捺染分野への本格的な置換えが始まると予想される。また、種々の部品、ボトル等への直接加飾分野も進むと予想される。フレキソ方式の置換えとしてはラベル分野の置換えが進み、オフセット方式では商業印刷分野からパッケージ分野へと置換えが広がることが予想される。これらは画質及び印刷速度の向上により急速に進展するものと予想される。

インクジェット化を促進、生産用途への展開のため、我々は高生産性ヘッドとして高周波数多列ヘッドを開発した。実際に進むインクジェット技術による既存方式の置換えの例として、捺染分野へ『Nassenger®』プリントシステムをコニカミノルタ独自に開発・投入した。またセラミック印刷分野としては社外との協業により市場に参入した。その技術内容について報告する。

オフセット印刷分野については、『KM-I』プリントシステムを開発している。この技術内容についても報告する。

さらに今後期待されるプリンテッドエレクトロニクス分野についても開発を進めており、その状況を報告する。

また、社内システムについては適合したインク技術についても報告する。

3 高生産性新規インクジェットヘッド開発

高生産性プリントシステムのため、高速駆動可能な新機ヘッドを2種類開発した (Fig.1 & Table 1)。



Fig. 1 Newly developed high-frequency print heads for heavy production printing: the KM1024i series and KM1800iSHC-C.

Table 1 Specifications of new print heads.

Product name	Number of nozzles	Resolution (dpi)	Frequency (kHz)	Drop size (pL)
KM1024iMHE	1024	360 (90°*4)	45 (max) 40 (typ)	13
KM1024iMAE-C	1024	360 (90°*4)	27 (max) 21 (typ)	14
KM1024iLHE	1024	360 (90°*4)	27 (max) 20 (typ)	30
KM1800iSHC	1776	600 (150°*2)	80 (typ)	3.5

これまでコニカミノルタのインクジェットヘッドはシェアードウォールタイプと呼ばれる構造を採用しており、インク室を3つ1組で駆動する方式であった。ここで高生産性への対応のため、以下の技術開発を行った。

(1) 高速駆動のため独立駆動方式を採用、高駆動周波数を達成した (Fig. 2)。

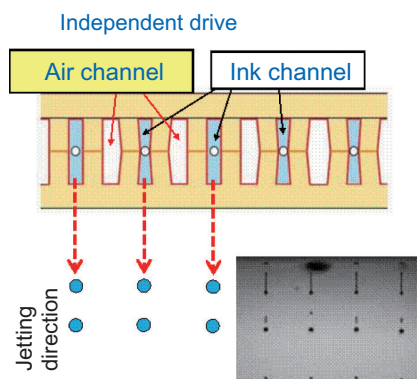


Fig. 2 Independent drive method having an air channel structure achieved high frequency.

(2) 1枚のノズルプレート上に、高精度にノズルを多数多列実装し、高密度のノズル配列を達成した (Fig. 3)。これにより、高速、高精度印刷が可能となった。

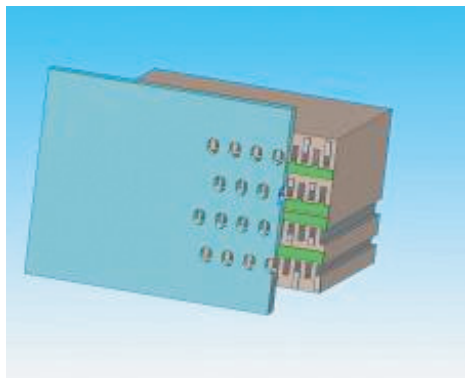


Fig. 3 Four-row structure for high nozzle resolution. Multi-chip layers are built on a single nozzle plate, achieving high-speed and high-accuracy printing.

この高速、高精度印刷可能な新規開発ヘッドを搭載したインクジェット捺染プリンタシステム「Nassenger[®]」、枚葉UVインクジェット印刷機「KM-1」、コンポーネント事業として建材分野での事例としてセラミック印刷機について次に説明する。

4 インクジェット捺染プリンタ「Nassenger[®]」

世界のテキスタイル捺染市場では、従来のスクリーン方式からオンデマンド・多品種生産が可能でグラデーションや細線表現に優れたインクジェット捺染方式への移行が進んでいる。当社ではインクジェット捺染プリンタとして「Nassenger[®]PRO」シリーズの展開を行っている。

4-1 Nassenger[®]PROシリーズ

同シリーズでは、導入モデルの「Nassenger[®]PRO60」を始め、少ロット印刷モデルの「Nassenger[®]PRO120」、3000m/ロットの印刷を実現可能にした上位モデル「Nassenger[®]PRO1000」の展開を行っている (Fig. 4)。



Fig. 4 Inkjet prints printed on a textile printer Nassenger[®].

「Nassenger[®]PRO1000」では捺染用に新規開発したIJヘッド (KM1024iMAE) を81個搭載している。プリンタの信頼性・安定性を向上させるためのインク射出状態検知やインク脱気装置も採用されている。また新規に布帛の搬送を高精度に行うための搬送フィードバック機構を採用することで高速・高精細な印刷を可能とした。現時点に於いてスキヤンタイプで世界最速の生産性を実現した (Table 2 & Fig. 5)。

Table 2 Specifications of Nassenger[®] PRO1000.

	Description
Printer type	Scanning inkjet type
Speed	Standard mode: 600 m ² /h High-speed mode: 1000 m ² /h
Number of colors	9 colors (Y,O,EM,M,K,B,G,C,S)
Number of heads	9 heads/color (Total: 81 heads)
Number of nozzles	1024 nozzles (360npi) per head
Resolution	540dpi x 360/720/1080/1440dpi 900dpi x 360/720/1080/1440dpi
Print mode	I/L: ON/OFF DPD: 1 drop/multi drop
Ink type	Reactive
Ink supply	Auto-changing of two ink tanks



Fig. 5 The Nassenger[®] PRO1000 offers the fastest printing speed of all scanning inkjet printers.

4-2 インク

テキスタイルプリントに求められる多彩な色表現を実現するために従来の8色カラーから9色カラーに変更し、色域と色再現性、粒状性を向上させた。インクタイプは綿・絹用の反応性染料インクを実用化しており、今後、各種布に対応した分散染料インク、酸性染料インクとラインアップを拡充して行く。いずれも洗濯や摩擦に強い、堅牢度の高いインクとなっている。

捺染用インクジェットでは、布にプリントできるインク量が制限され、プリントした染料も100%染着されな

い中で高い濃度でのプリントが求められている。我々はインク処方に加えて前処理剤のセットにより高濃度化を達成している。

また従来捺染では、余分に使用された染料や糊剤を除去するため洗浄、排水処理する必要があった。しかし、インクジェット捺染では必要量のインクのみを布帛に塗布するため廃棄ロスが大幅に低減、コスト削減のみならず、環境保全や労働環境の改善にもつながっている。

5 枚葉UVインクジェット印刷機KM-1

情報変化のスピード加速や、マーケティング手法の変化による小ロット多品種化、短納期化、バリエブル印刷への市場要望に対応し、既存オフセット印刷環境に適したB2サイズまでをサポートしたインクジェット枚葉印刷機を開発し新しい市場の創出を目指している (Fig. 6)。



Fig. 6 The KM-1 production printing inkjet press.

5-1 仕様

Table 3 Specifications of the KM-1: sheet-fed and using UV curable inks.

Printing method	Single pass inkjet printing (Fig. 7)
Printing speed	3300 sheets/hour (575×735mm)
Number of colors	4 colors (Y,M,C,K)
Ink type	UV curable ink
Paper thickness	Simplex 0.06~0.6mm Duplex 0.06~0.45mm
Print resolution	1200×1200dpi
RIP	Full variable

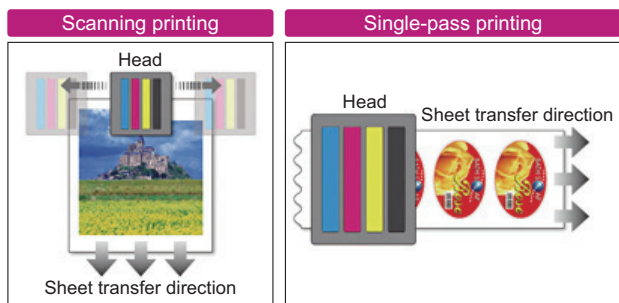


Fig. 7 Comparison of single pass printing and scanning printing.

5-2 採用技術の特徴

(1) ヘッド：

駆動周波数41kHz(2Dpd), 600npi(nozzles per inch)の高密度ヘッドを新規開発。2ヘッドを用いてモジュール化を行い1200npiの高解像度を達成した。

(2) 画像処理：

ヘッドノズルの射出不良を周辺ノズルで補間するアルゴリズム、高画質を実現するハーフトーン処理技術等を開発。安定性の確保と、スジ感のない、オフセットライクな画質を実現した。

(3) インク：

インクジェット枚葉印刷機の課題である短時間の乾燥定着を、UV硬化インク型インクの採用により省スペースで実現し、両面印刷と装置の小型化を両立することを可能とした。また、専用インクの採用によりオフセットライクな画質を実現、印刷本紙を含む幅広い用紙種に、前後処理なしで印刷可能とした (Fig. 8)。

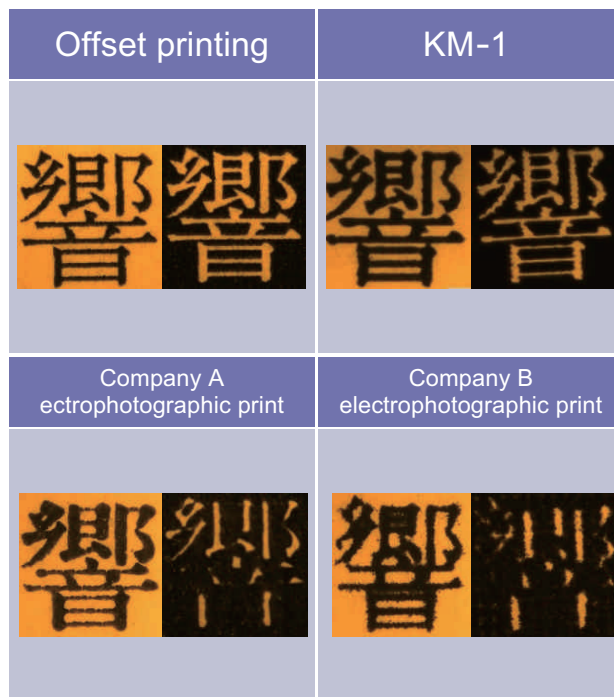


Fig. 8 Comparison of text quality. The high speed and high text quality of offset printing was achieved in the KM-1 with specially designed inks.

(4) データ処理系：

B2サイズ、3300sphの高速印刷に対応するデータ処理システムを開発した。本システムではフルバリエブル処理を実現する高速RIPや、ノズル射出状態を検知するセンサーを内蔵、リアルタイムに射出不良ノズルを補間するデータ処理方式を採用した。

(5) 紙搬送：

オフセット印刷機器メーカーである小森コーポレーションと共同開発を行い、B2サイズの多様な用紙搬送の信頼性確保と両面搬送機構の小型化を実現した。

5-3 展示会出展状況

2012/05 DRUPA (ドイツ), 2013/09 PRINT (アメリカ), 2013/10 JGAS (日本) と各展示会に技術展示を行い, 好評を得ている。従来印刷からKM-1の採用により, 労働環境改善, 化学物質への接触削減, ワークフロー短縮, 無版による環境負荷削減が期待される。2014年度の販売開始を目指し, 開発を進めている。

6 インクジェットセラミックタイル印刷

インクジェット事業部では, 社内システム事業の他に, ヘッドを社外プリンタメーカーへ販売, 協業するコンポーネント事業がある。その事例としてセラミック分野を紹介する (Fig. 9)。



Fig. 9 Samples printed on ceramics with a Konica Minolta inkjet print head (Note 1).

近年インクジェット化が進む生産分野として, セラミックタイル印刷分野がある。セラミックタイルは日本では建築材料として馴染みがないが, 海外では広く一般的に用いられており, これまではスクリーン方式によって, 大理石のようなタイルが生産されている。インクジェット方式では, 版が不要, 自由なデザイン, 非接触印刷方式であるため, 従来スクリーン方式ではできなかった凹凸のあるタイルに印刷可能である。高生産性ヘッドの搭載により従来のスクリーン印刷方式と同等以上の印刷速度を達成, セラミックタイル工場の生産ラインに設置, 量産に用いられている。

採用されているヘッドは, ヘッド内のインク流路設計により, インクがヘッド内を循環可能となっている。セラミック用インクはインク中の色材が沈降しやすく, インクジェット化の障壁の一つとなっていた。ヘッド内インク循環により, 沈降しやすいインクでも安心して使えることにより, 生産機としての信頼性にも大きく貢献している。

セラミック印刷のインクジェット化により, 高意匠性, 繰り返し模様除去だけでなく, 労働環境改善, 版不要, インク量低減といった省エネルギー, 環境負荷軽減に貢献している (Fig. 10)。



Fig. 10 The Cjet600 ceramic production printer (Note 2).

7 プリントドエレクトロニクス分野

近年, プリントドエレクトロニクスとして, フラットパネルディスプレイ (液晶パネル, 有機ELパネル, タッチパネル等), PV (太陽電池), PCB (プリント基板), 電池, センサーといったエレクトロニクスデバイスや電子部品の製造プロセスにおける各種機能層の形成やパターン描画の手段として, 真空蒸着プロセスやマスク露光に替え, 印刷方式を取り入れる取組がなされている。

プリントドエレクトロニクスの実現手段としては, スクリーン印刷やグラビア印刷といった一般的な印刷手段と並んで無版, 非接触, 基板サイズの制約が少ない, 省材料, 省プロセスといった特長からインクジェット法が有力な手段として挙げられている (Figs. 11, 12 & 13)。

インクジェット事業部では, インクジェットヘッドの高い着弾精度および耐材料性能を活かして, インクジェットヘッドの外販開始から10年以上, プリントドエレクトロニクス分野に対しても専用インクジェットヘッドの開発を含め積極的に製品を提供している。また, この分野においては, 各デバイスや用途によって異なる要求事項に対し, 最適化された装置, 材料と併せてデバイスメーカーに提供されることが不可欠であることから各装置メーカーおよび材料メーカーとの協業体制の構築にも積極的に取り組んでいる。

上述のとおり, プリントドエレクトロニクス分野に対してはインクジェットヘッドだけではなく装置および材料も含めて最適化が必要なため, 長らく研究開発用途を出なかつたが, 近年, 液晶パネル, PV (太陽電池) およびPCB (プリント基板) の量産ラインにおける製造プロセスとしてコニカミノルタのインクジェットヘッドを利用したインクジェット技術が実用化される事例が増えており, さらにタッチパネルや有機ELといった新規のデバイスを各種デバイスへ拡大していくことが見込まれている。

また, 新規の取組としては, Si-MEMS加工技術を取り入れることにより高着弾精度および業界最小サイズとな

る液滴量 1pl を達成した KM128SNG-MB-DPN の供給を装置メーカーおよびデバイスメーカー向けに開始しており、高精細有機ELパネルを中心とした用途向けに製造プロセスへの適用が検討されている。

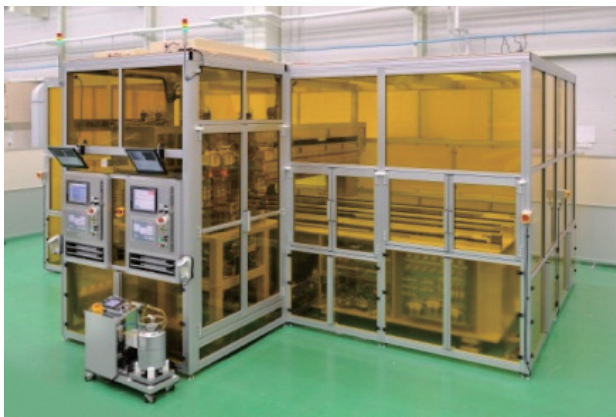


Fig. 11 An inkjet LCD production system (Note 3).
An example of an inkjet system applied to printable electronics.



Fig. 12 An inkjet PCB printing system (Note 4).
An example of an inkjet system used to print printed circuit boards.

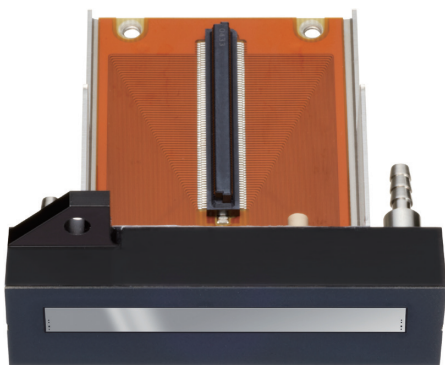


Fig. 13 The MEMS print head (KM128SNG-MB-DPN) made for business customers and device makers.

8 インクジェット用途の拡大

インクジェット技術は、物質を空間的、時間的に制御して輸送する技術であり、紹介した分野以外にも適用されることが期待される技術である (Fig. 14)。

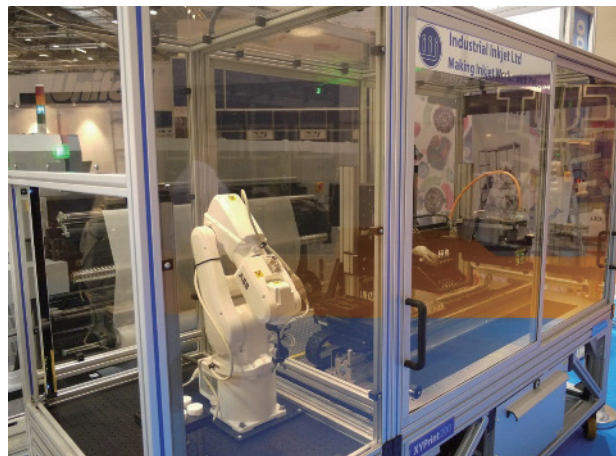


Fig. 14 One of Konica Minolta's new inkjet heads is used with a robot printing unit (Note 5).
The print head is installed at the end of the robot arm.

この例はインクジェットヘッドをロボットアームの先に取り付け3次元的に加飾することを可能としたプリントシステムの例である。コニカミノルタのインクジェットヘッドは小型かつ高性能であるため、どのような用途にも適用可能、アイデア次第で大きな可能性を秘めている。

9 まとめ

種々の市場、用途にインクジェットは拡大しているが、これまでは画質、生産性により既存印刷方式を置換えるには至っていなかった。我々は高速かつ高精度のインクジェットヘッドを開発することで、インクジェットプリントシステムを既存印刷の置換えおよび生産現場への導入に結びつけた。その実例として、捺染分野、商業印刷分野、建材分野、電子材料分野での生産を意図した事例を報告した。捺染分野、建材分野ではすでに市場の生産現場に活用されており、コニカミノルタのインクジェット技術により生産されたものが我々の身の回りに存在している。今後、さらに種々の分野、用途に普及、拡大することが予想される。

Notes:

- 1) Industrial Inkjet Ltd作成
- 2) ShenZhen Runtianzhi Image Technology Co.,Ltd製セラミック生産機Cjet600
- 3) 株式会社 日立製作所製LCD生産装置
- 4) マイクロクラフト株式会社製PCBプリンタ
- 5) Industrial Inkjet Ltd製インクジェットプリントシステム