
産業用途向けインクジェットヘッドGEN3E1の開発

Development of GEN3E1 Ink Jet Head for Industrial Application

町田 治*

外山 栄一*

Osamu Machida

Eiichi Toyama

要 旨

屋外広告用途の大型ポスター印刷や各種キャンペーン用の垂れ幕印刷等の超大型ワイドフォーマットプリンタに適したGEN3E1ヘッドを開発した。また、本ヘッドの広範囲のインクへの適用性と高信頼性を活かして、3次元造形用のインクジェットプリンタと、印刷業界で使用される色見本印刷用のプルーフプリンタにも適用された。GEN3E1ヘッドの特徴は、5~20mPa・sの高粘度領域のインクの吐出が可能であり、動作温度が室温から80℃であるため、さらに高粘度のインクにも対応可能である。また積層圧電素子の採用により500億ドット/ノズルと高耐久性・高寿命を実現した。

ABSTRACT

Gen3E1 ink jet print head was developed for the industrial application. The main application of this head is the wide format printer for the print of the large-scale poster and drop curtain print for various events. Further more, the applicability to wide range ink with various components and the high reliability find new area of 3D modeling in rapid prototyping and proofing of color sample used in printing business. The characteristic of Gen3E1 is ability to eject various ink higher than 5~20 mPa・s due to broad operating temperature from room temperature to 80℃. The adoption of stacked PZT, realizes high durability and long life around 50 billion dots per nozzle.

* リコープリンティングシステムズ株式会社 第一開発設計本部
Design & Development Division 1, Ricoh Printing Systems, Ltd.

1. 背景と目的

ソリッドインク方式刷版機への適用を狙った固体インク用インクジェットヘッドであるGen3ヘッドを1990年代に開発した。Gen3ヘッドはインクを加熱溶融するためのヒータを搭載しており、高温での使用に耐えられるようにインク流路をステンレスで形成し、また、独自に開発した耐薬品性に優れた接着剤で各部材を接着することにより、固体インク以外の様々な産業用のインクにも対応が可能という特長を持っている。

しかしながらGen3ヘッドは384個のノズルの配列がマトリックス構成であったため、産業用途に展開する場合、ヘッドの配置方法に制約があった。

一方で溶剤インクやUVインクなどの特殊インクを用いた印刷や造形等の産業用途分野でのニーズが高まり、最近ではカラーフィルタや配向膜などの液晶製造プロセスや導電性インクを用いた配線形成技術でも検討されている。

これらの要求に対応するためにGen3ヘッドの構造を踏襲し、かつ、ノズル配列をリニア構成にすることで様々なヘッド配列やユニット構成が可能なGen3E1ヘッドの開発を行った。

2. 製品の概要

2-1 Gen3E1ヘッドの仕様

Table 1にGen3E1ヘッドの仕様を示す。産業用途の場合、要求される1滴の液滴量は数pL～数十pLで適用先により異なる。全ての液滴量を1種類のヘッドで吐出させることは難しいため、Gen3E1ヘッドは比較的大きな液滴サイズである40～60pLをターゲットとしている。またこれ以下の液滴サイズのニーズに対しては、現在ではヘッドをシリーズ化し、必要な液滴量に対応してヘッドを選択できるようにしている。

Table 1 Specifications of Gen3E1 head.

項目	単位	仕様
方式		PZTプッシュ型
ノズル数	個	96
ノズルピッチ	inch	1/37.5
平均液滴量	pL	40-60
最大駆動周波数	kHz	20
平均液滴速度	m/s	6-10
対応インク粘度	mPa・s	8-20
対応温度	℃	MAX 80
外形寸法	mm	120W×8D×20H

2-2 Gen3E1ヘッドの構造・構成

Fig.1にヘッド構造の概略を示す。ハウジング内の共通インク通路に溜められたインクは各ノズルに対応して分離して形成された個別インク流路に導入される。個別インク流路を挟んでノズルと対向した壁は薄い振動板で形成されており個別インク流路の反対側には圧電素子が接着されている。圧電素子に電圧が印加されることにより伸長し、振動板を介して個別流路内に圧力変動を発生させ、圧力が上昇したときにノズルからインクが吐出される。

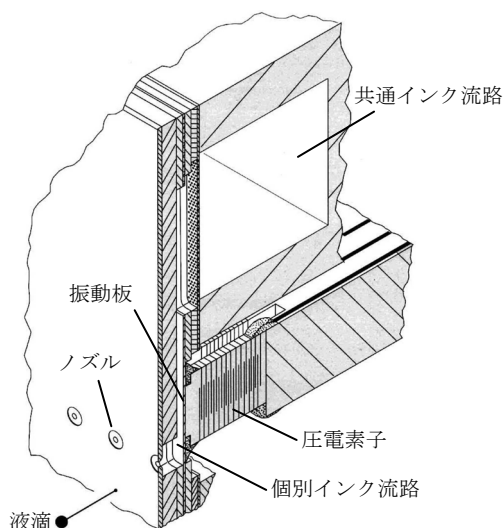


Fig.1 Structure of Gen3E1 head.

本ヘッドの方式・構造の特徴の一つは、圧力発生素子である圧電素子がインクに直接触れていない点である。このため、溶剤系インクや極性インクさらにUV硬

化タイプのインク等、様々なインクへの対応が可能である。さらにオプションでヘッドへのヒータの取り付けが可能であり室温では40mPa・s程度の高粘度の溶液でもTable 1の対応インク粘度範囲になるようにヘッドを加熱し、インクの温度調節をすることで吐出が可能である。またインク流路は0.1mm程度のステンレス板を積層して複雑なインク流路を形成しており各ステンレス板を接着している接着剤も、Gen3と同様、耐高温かつ耐薬品性を保つために特殊なエポキシ性接着剤を採用している。本ヘッドの特徴を下記する。またFig.2にヘッドの外観写真を示す。

1. オールステンレス製の流路構成で耐食性に優れる。
2. 積層圧電素子の採用により高周波領域まで安定した吐出が可能である。
3. 圧電素子とインクが隔離された構造であるため、多種多様なインクに対応が可能である。

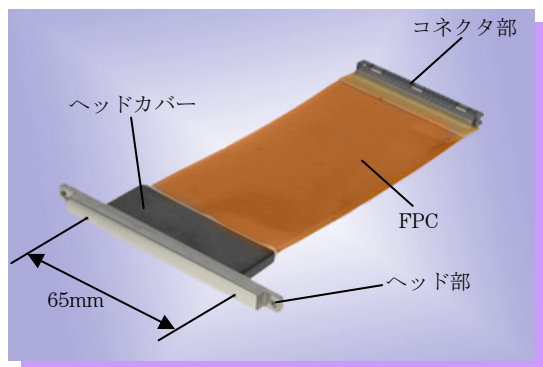


Fig.2 Picture of Gen3E1 Head.

3. 技術の特徴

3-1 ノズルの撥インク処理技術

産業用途では通常のプリンタで使用される水性インクのみならず油性インクやUVインク、さらに各種の機能性インクの吐出が考えられる。一般的なインクジェットヘッドのノズル面はインクによる濡れを防止するために撥インク処理が施してある。これは、ノズル近傍に濡れが発生すると、吐出したインクが濡れた

部分に引き寄せられて吐出方向が曲がる現象を防止するためである。さらにこの撥インク処理膜はノズル面のインクを拭き取るワイピングに耐え得る耐擦性が必要である。水性インクに対しては耐擦性や製法が安易であることから、フッ素含有の共析メッキが使用されることが多い。しかし共析メッキ面は油性インクやUVインクに対しては逆に親水性を示すため使用できない。

そこで顧客の使用インクごとにヘッドを部分的にカスタマイズしているが、撥インク処理もその一つである。厚さ数十nm程度のフッ素系単分子膜と厚さ1μm程度のフッ素系樹脂膜をそれぞれ単独あるいは複合膜として用いている。またインクに対する耐擦性に関しては上記撥インク処理時のノズル面の前処理によって大きく異なることから各インクに対して前処理条件の最適化を実施している。Fig.3にノズル面の前処理法と撥インク処理剤の選択できる組み合わせを示す。

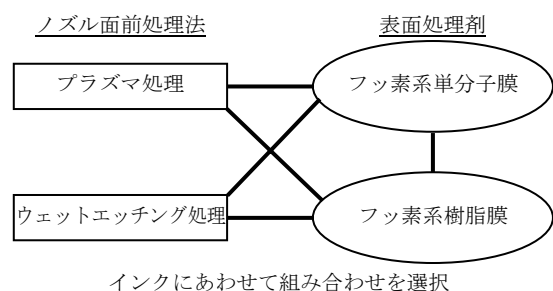


Fig.3 Combination of the surface treatment.

前処理の効果を示す例として、Fig.4にUVインクに対するノズル面の摺動試験による接触角の変化を示す。

前処理としてプラズマ処理を最適条件で施し、その後フッ素系樹脂膜とフッ素系単分子膜の複合膜を形成した。ヘッド表面をUVインクを湿らせたクリーニングペーパーに荷重100g/cm²を加えながら一定回数摺動させた後の接触角を測定した。前処理を施さない場合には摺動回数1000回以下でインクに対する接触角がノズル面の濡れの影響が出る目安の50°以下に低下するが、最適条件でプラズマ処理を施すことにより摺動回数5000回後においても接触角が50°以上を維持していることが分かる。

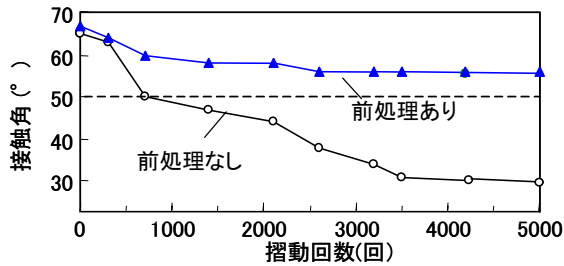


Fig.4 Contact angle of the nozzle surface.

このように顧客インクに合わせた表面処理を最適化することにより幅広いインクへの対応が可能となり、加えて各インクに対する信頼性が向上している。

今までにUVインクのほかに水性、油性及び溶剤系のインク、さらには導電インクやレジスト等の機能性インクの一部に対して、本機インク処理の効果を確している。

3-2 産業用途へ適用例

3-2-1 三次元造機への適用

インクジェットヘッドを用いた三次元造機は、従来のレーザを用いた三次元造機と比較して、安価で高速に製作可能な装置である。2種類のUVインクを用い、硬化材とサポート材を同時に積み上げて、最後にサポート材を除去することにより今まで不可能だった中空部のある造形品の一括製作が可能である。Fig.5にインクジェット方式による三次元造形法の原理を示す。

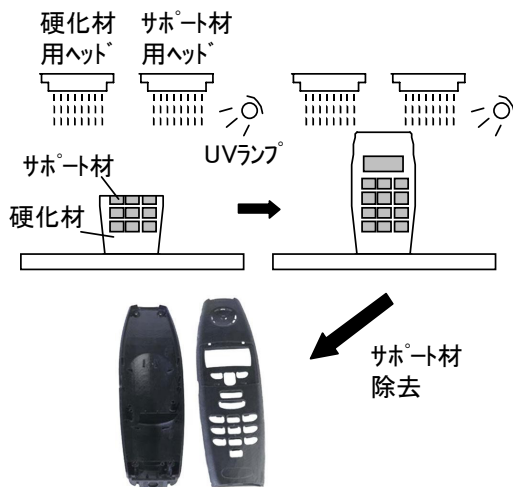


Fig.5 Method of 3-D modeling.

Fig.6に示すObjet Geometries社製Eden330にはGen3E1ヘッドが硬化材用とサポート材用に各4ヘッド搭載している。ヘッドにはヒータが取り付けられており、80°Cに加熱することにより室温では高粘度のUV硬化型ポリマーを吐出可能としている。



Fig.6 Eden330 Rapid prototyping systems. (Objet Geometries Ltd.)

3-2-2 ワイドフォーマットプリンタへの適用

ワイドフォーマット (WF) プリンタはIJヘッドが最も適用されている分野であり数社にGen3E1ヘッドを供給している。印刷幅は最大で2.5m程度、搭載ヘッド数も最大で150ヘッドの装置がある。

WFプリンタの対象とする印刷物はビルボードや看板といった屋外で使用される場合が多いため印刷メディアは紙のみではなくビニールに印刷して化学反応で定着させるケースもある。そのためインクは溶剤系が多く、一般のIJヘッドでは樹脂部分や接着剤の溶出が問題となるため、耐薬品性に優れたGen3E1ヘッドが採用されている。

Fig.7にGen3E1ヘッドを16個搭載し、最大幅で184cmの印刷が可能なColor Span社製のWFプリンタを示す。



Fig.7 DisplayMaker 72s WF printer. (MacDermid ColorSpan Inc.)

これらのニーズに対応するために、現行のPZTプッシュ式ステンレス構造を継承した次期産業用IJヘッドの開発を進めていく。

4. 今後の展開

現在、Gen3E1ヘッドはWFプリンタや三次元造型機向けを中心に供給している。今後の産業用途でのIJ応用は、紙等のメディアへの印刷以外の機能性インクを用いた各種の工業用製造装置としてのニーズが高まると予想される。Table 3に今後予想される産業用途のIJ応用分野を示す。

Table 3 Industrial application of IJ method.

分野	項目	内容	インク
ディスプレイ	LCD (液晶)	配向膜	配向膜材料
		カラーフィルタ	着色レジスト
		ビーズスペーサ	微粒子分散インク
	OLED (有機EL)	発光材	有機EL材
		ホール注入層	PEDOT (導電性インク)
	共通	TFT	有機半導体材料
絶縁膜		樹脂インク	
電極		導電性インク	
回路基板	配線パターン	配線	導電性インク
		レジスト	レジスト樹脂
	絶縁膜	層間絶縁	樹脂インク
	有機半導体	半導体	有機半導体材料
部品	抵抗体	セラミック分散インク	
3D造形	3D造型機	3Dモデル	UV樹脂

これらの分野に関しては、紙等への印刷と比較して印刷（塗布）物が各々の機能仕様を満たす必要があるため、塗布量や塗布位置に高い精度が要求される。従ってIJヘッドの液滴重量や直進性等の更なる高性能化が要求される。