

高速高画質カラープリンタ用 LEDプリントヘッド

小泉 真澄
荻原 光彦

登 正治
中村 幸夫

遠山 広

最近のインターネットブームによるコンピュータの爆発的な普及とデータのカラー化に伴い、カラープリンタ市場は急速に成長し続けている。オフィスにおいてはカラー化が始まり、高速高画質のプリンタの登場が切望されている。

この解として、LEDプリントヘッドを使用したタンデム型のカラー電子写真プリンタがある。このLEDタンデム型プリンタは、一般的なレーザスキャナ方式のプリンタと比較するとポリゴンミラーのような回転機構部が無いので高速化および小型化ができるが、さらなる高速高画質のカラープリンタを実現するためには高発光出力と高解像度のLEDプリントヘッドが必要である。また、タンデム型のカラーLEDプリンタは4本のプリントヘッドを使用するため、“低価格なLEDプリントヘッド”が要求される。

そこで、上記の課題に対し、高発光出力および高密度の発光部とマトリクス状の多層配線構造を備えた新型LEDアレイ¹⁾²⁾を搭載した新型LEDプリントヘッドを開発することにより解決した。

ここでは、開発したLEDプリントヘッドの各特性と仕様、およびこのヘッドのキーである新型LEDアレイの特長について述べる。

LEDプリントヘッド

(1) 要求されるヘッド特性

最初に、高速高画質のタンデム型LEDカラープリンタに適用されるLEDプリントヘッドに要求される4つの特性を挙げる。

①発光出力が高い、②発光出力ばらつきが小さい、③解

像度が高い、④各発光ドットの位置精度が高い

以下、新型LEDプリントヘッドの構成を示し、上記4項目をはじめとする新型LEDプリントヘッドの特長・特性を示す。

(2) ヘッド構成

図1に開発した1200 dots per inch (dpi) LEDプリントヘッドの外観を示す。ヘッドはLEDアレイ、ドライバICおよび配線基板からなり、印字幅はA4サイズである。図2に開発した1200dpi LEDプリントヘッドの実装主要部の拡大図を示す。新型の1200dpi LEDアレイを使用することにより、本プリントヘッドのワイヤボンディングのピッチを80 μ mと従来ヘッドの2倍とし、かつワイヤボンディング本数を1/4にした。さらに、LEDアレイとドライバICのワイヤボンディングパッドをチップの片側から取出す構造にすることによりドライバIC数を従来の半分にした。

このような構成からなる今回開発したLEDプリントヘッドは、従来のヘッドよりも部品数が少なく、かつ実装が

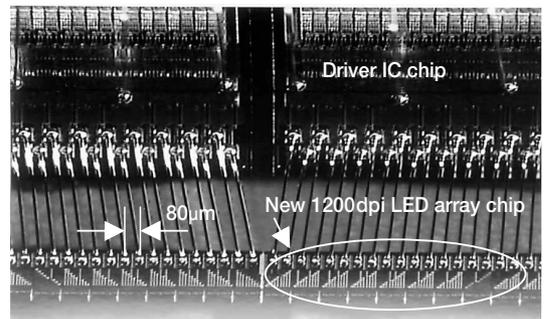


図2 開発したA4サイズ1200dpi LEDプリントヘッドの主要部の拡大写真

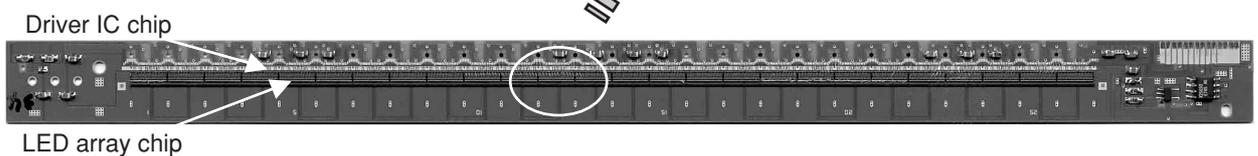


図1 開発したA4サイズ1200dpi LEDプリントヘッドの外観

容易である。これにより、従来のヘッドに比べて、より低価格なプリントヘッドを実現した。

(3) ヘッド特性……光学特性

図3に1ドット当たり1mAの駆動電流を流し、補正した後の発光出力分布を示す。平均発光出力は1.1 μW/ドットであり、45 pages per minute (PPM) 程度までの高速印刷の書き込みには十分である。また、ヘッドの発光出力ばらつきは±1%に補正し、高画質なカラープリントに必要なレベルとした。

図4にヘッド全体の解像度分布を示す。解像度は Modulation Transfer Function (MTF) の値で数値化することができ、本測定では1ドットおきに点灯させ、各ドットの発光径を測定してMTFを算出した。MTFは、ヘッド全体で70±10%の範囲にあり、1200dpiという高密度な発光部であるにもかかわらず十分な解像度を達成している。

図5は本LEDプリントヘッドのLEDを1ドットおきに発光させた場合のレンズ焦点面での発光強度パターンである。各LEDドットの発光パターンは明確に分離しており、次式で定義されるMTF値は約80%になり、この測定結果からも解像度が高いことがわかる。

$$MTF = (P_{max} - P_{min}) / (P_{max} + P_{min}) \times 100(\%)$$

(4) ヘッド特性……温度上昇特性

図6に駆動に伴うヘッドの温度上昇特性を示す。駆動条件は、1ドット当たり1mA通電、印刷デューティ10%である。測定は常温で行い、温度測定位置はヘッドの中央部である。図6から約30分でヘッド温度は平衡状態に達し、温度上昇は約5℃と小さい。この温度上昇が小さいことにより、熱によるヘッドの伸びを小さくでき、画像の乱れの小さい高画質の印刷を提供できる。また、本ヘッドの最大の消費電流（ベタ黒印刷時に相当）は約2Aと小さい。

(5) ヘッド特性……発光ドット位置精度

今回、我々は高精度ダイボンディング技術を開発し、LEDアレイの高い位置精度の実装を達成した。図7に主走査方向および副走査方向でのロッドレンズアレイ取付け前後での各LEDアレイの発光ドットの位置ずれ量の一例を示す。

主走査方向のずれ量 (X) は、各発光ドットに対して基準点からの設計値に対するずれとした。また、副走査方向のずれ量 (Y) は、各発光ドットに対して基準ラインからのずれとした。レンズアレイ取付け前でのずれ量は、主

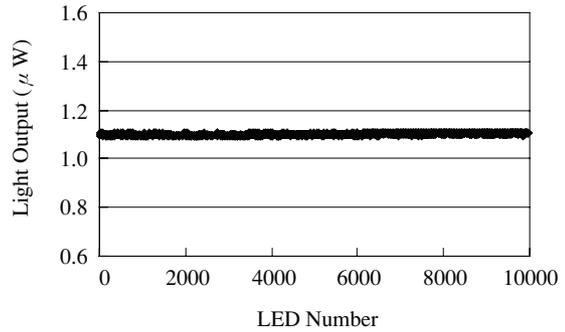


図3 補正後のヘッドの発光出力分布

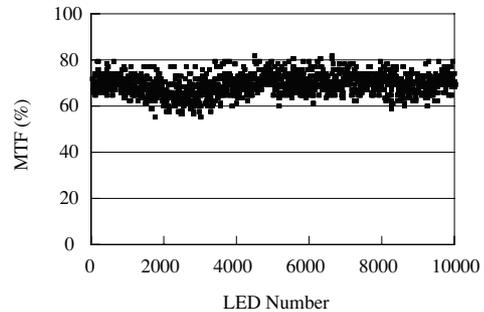


図4 ヘッド全体の解像度分布

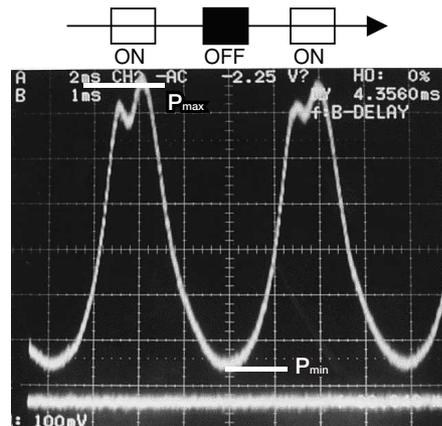


図5 レンズ焦点面での発光強度パターン

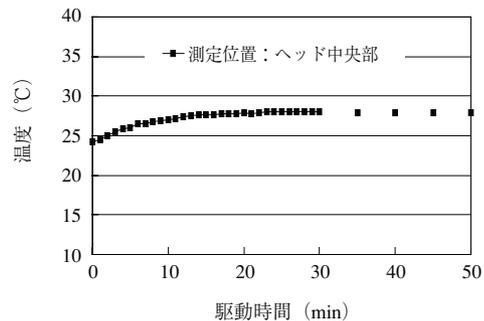


図6 駆動時間に対するヘッドの温度上昇特性

走査および副走査方向とも±6μm以下である。一方、レンズアレイを取り付けたヘッド状態でも、主走査方向で0~20μm、副走査方向で±20μm以内と高い発光ドットの位置精度を達成している。

(6) ヘッド特性……寿命特性

図8に開発したプリントヘッドの駆動時間1000Hまでの初期平均発光出力に対する各測定時間での平均発光出力の変化率を示す。駆動条件は、発光デューティ10%、全ドット点灯、室温雰囲気である。図8からわかるように、ヘッドの変化率は±1%以内である。また、図9に1000H後のヘッドの全発光ドットの初期発光出力に対する変化率を示す。著しく変化したドットはなく、各ドットの発光出力の変化率は±2%以内である。以上の結果から、本ヘッドはカラープリンタ光源として十分な寿命を持つと考える。

(7) ヘッド仕様

表1に今回開発したLEDプリントヘッドの基本仕様をまとめた。ドット密度1200dpiで45PPMの印刷速度に対応でき、低消費電流という優れた特長を持つ。また、本仕様のヘッドを21PPMの印刷速度のカラープリンタに搭載し、画質の高いカラープリントが得られることを実証した。

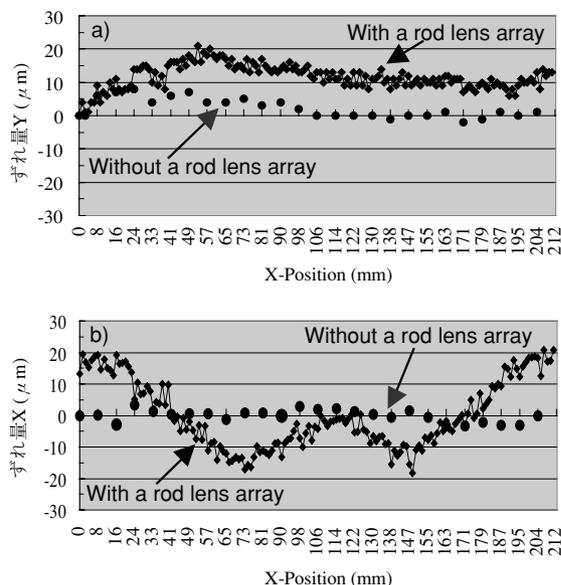
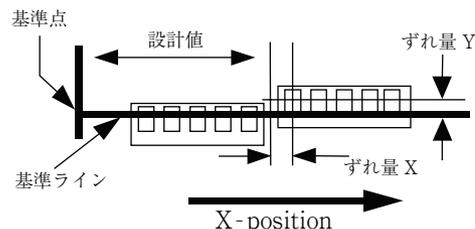


図7 レンズ有無での主走査方向a)および副走査方向b)での発光ドットの位置ずれ量

LEDアレイ

(1) LEDアレイの構造

開発したLEDアレイは、1チップに384ドットのLEDを含み、64ドットのLEDを1つの単位とした6つのブロックから構成した。

図10にLEDアレイの1ブロックの拡大写真を示す。この1つのブロックは、8セルからなり、各セルは8ドットのLEDで構成される。駆動上、各セル間は電氣的に分離した構造になっている。後述するマトリクス配線構造により、各セルの8ドットのLEDに対してアノードパッドおよびカソードパッドの2つの接続パッドを一列に形成した。

(2) マトリクス配線構造と発光動作

1つのアノードパッドは8×8のマトリクス多層配線を介し、1ブロック内の異なるセルの8個のLEDに結線している。また、カソード電極を各セルごとに形成し、カソードパッドを取出している。したがって、図10のセル5のLEDを発光させる場合、カソードパッド5を選択した状態でアノードパッドからマトリクス配線を介して電流を供給することで、データに対応したLEDの発光が得られる。

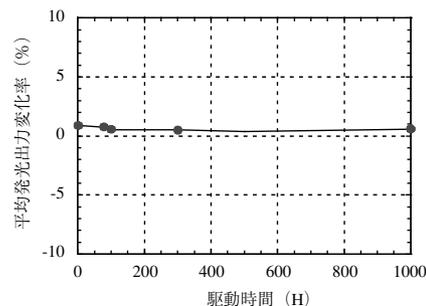


図8 ヘッドの平均発光出力の変化

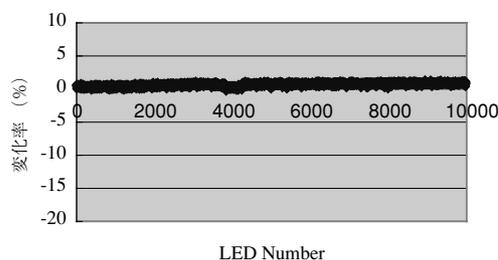


図9 1000H駆動後のヘッド全ドットの初期発光出力に対する変化率

表1 開発したLEDプリントヘッドの基本仕様

項目	仕様
有効印刷幅	216mm (A4 サイズ)
総ドット数	9984ドット
解像度	1200dpi
印刷速度	45PPM
発光波長	760nm
平均発光出力	1.1 μ W (@1mA)
発光出力ばらつき	\pm 1%
最大消費電流	2A
結像系	開口角20°ロッドレンズアレイ

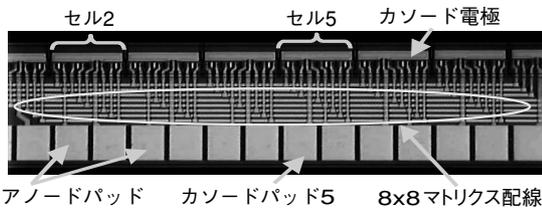


図10 新型LEDアレイの1ブロックの拡大写真

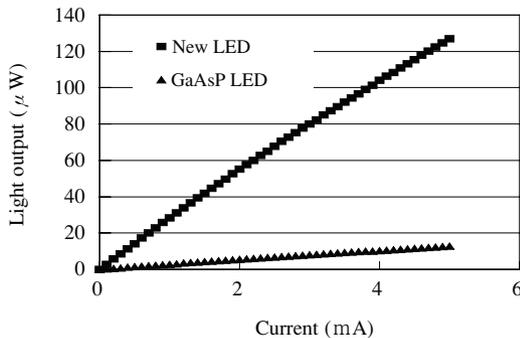


図11 新型LEDと従来の1200dpi GaAsP LED電流-発光出力特性

このカソード電極の選択を順次8回繰り返すことで1ブロック全体の発光ができる。

(3) LEDアレイの基本特性

開発したLEDアレイはマトリクス配線特有の時分割方式により駆動するため、従来のLEDアレイよりも発光時間を短くしなければならない。したがって高速な印刷を実現するためには高い発光出力が必要である。

図11に開発したLEDと従来の1200dpiガリウム砒素燐(GaAsP) LEDの発光出力特性を示す。本LEDの発光部はヘテロ構造基板技術と固相拡散技術³⁾の融合により、従来の1200dpi LEDの10倍以上の高い発光出力^{4) 5)}を持つことができた。この結果、開発したLEDアレイは1mAの駆動電流で45PPM程度までの高速な印刷に適用できる。また、本LEDアレイは、この高発光効率により、前述し

たようにヘッド全体の発熱量を小さくでき、熱によるヘッドの伸縮が印刷上問題にならない優れたヘッドを実現できるという特性も兼ね備えている。

まとめ

我々は高速高画質のカラープリンタに最適なLEDプリントヘッドを開発した。この新型LEDプリントヘッドは、45PPMおよび1200dpiという高性能を実現し、レーザスキャナーヘッドよりも優れた特徴を持つ。また、本ヘッドは、実装部品点数が少なく組立て工程が容易であるために低価格で生産できるという、今までにない特長を併せ持つ。

これら高出力、高解像度および低価格という3拍子そろった新型LEDプリントヘッドは、カラープリンタ用途ばかりでなく複写機や軽印刷機等への応用が期待できる。



参考文献

- 1) M.Koizumi, M.Nobori, H.Tohyama, M.Ogihara and Y.Nakamura : High-Speed Chip-Matrix 1200dpi LED Printhead, Proceedings of SPIE, Vol.4300, pp.249-255, 2001
- 2) 谷中, 小泉, 登, 遠山, 荻原, 中村 : Japan Hardcopy 2001 論文集 高速高密度1200dpi LEDプリントヘッド, pp.261-264, 2001年
- 3) M.Ogihara, M.Taninaka, Y.Nakamura : Open tube zinc diffusion into GaAs_{0.8}P_{0.2} using AlN and SiNx cap films, J.Appl.Phys. Vol.79, pp.2995-3002, 1996
- 4) M.Ogihara, H.Hamano, M.Taninaka, H.Kikuchi and Y.Nakamura : High-Speed 1200dpi LED Printhead, Proceedings of PPIC/JP, pp.257-260, 1998
- 5) H.Hamano, M.Ogihara, M.Taninaka, H.Kikuchi and Y.Nakamura : 1200DPI LED Printhead for Very High Speed Printing, Proceedings of 14th IS&T's NIP 14, pp.405-408, 1998

筆者紹介

小泉真澄 : Masumi Koizumi.株式会社沖デジタルイメージング 技術第一部 マネージャー

登正治 : Masaharu Nobori.株式会社沖デジタルイメージング 技術第一部 第一チームマネージャー

遠山広 : Hiroshi Tohyama.株式会社沖デジタルイメージング 技術第一部 第二チームマネージャー

荻原光彦 : Mitsuhiro Ogihara.株式会社沖デジタルイメージング 技術第一部 第四チームマネージャー

中村幸夫 : Yukio Nakamura.株式会社沖デジタルイメージング 技術第一部 ジェネラルマネージャー