

高速レーザプリンタ

High Speed Laser Printers

近年、コンピュータシステムで処理される情報は多様化が進んでおり、文字だけでなく図形、画像も含む対応がますます重要となってきた。

このような市場ニーズに対して、多種情報を効率よく、かつ鮮明に印刷可能な新形のレーザプリンタを開発した。開発機種は、低速機から超高速機にわたる3機種である。

本プリンタを支える技術として、レーザ・走査光学系技術のほかに、トナー・現像・定着などの印写系技術、用紙搬送系技術、文字・画像情報を生成する制御系技術がある。これらを新規開発するとともに、バランスよく結集することによって、高印刷品質で信頼性が高く、かつ小形で操作性に優れた多種情報への対応が可能なプリンタシステムを実現した。

畠沢菊雄* *Kikuo Hatazawa*
 齊藤 進** *Susumu Saitō*
 保志信義*** *Nobuyoshi Hoshi*
 菊地康夫**** *Yasuo Kikuchi*
 宇野和夫**** *Kazuo Uno*

1 緒 言

近年、コンピュータシステムで処理される情報は英・数字や漢字だけでなく図形・画像情報を含んだものへと多様化してきている。これに伴い出力装置としても、多種情報を効率よく、かつ鮮明に印刷できることが求められている。

上記の市場ニーズに対し、総合性能の大幅向上を目指して、新たなレーザプリンタの開発を進めた。

今回開発のものは、超高速機のH-6276形(印刷速度：1万5,600行/分、**図1**)、高速機のH-6275形(同：6,000行/分)及び低速機のH-6273形(同：1,500行/分、**図2**)の3機種である。

レーザビームプリンタは、レーザ・走査光学系、電子写真プロセス印写系、用紙搬送・機構系及び印刷情報制御系の各系から構成されている。各機種に対する光学系、印写系、機

構系については、印刷速度レベルに合わせて、寿命、コストなどの面から最も適切な要素技術を採用した。

一方、制御系はシステムの規模や業務量に応じた最適な機種選択、更には、業務量拡大に伴う上位機種への移行を可能にするため、3機種間の仕様を統一し、ファミリー化を図った。

以下、2章以下で各系に採用した技術、プリンタ仕様などについて述べる。

2 レーザプリンタの構成

レーザプリンタは前述のとおり4系統から構成されている。各系統の働き及び系相互の関係を**図3**の「超高速機H-6276形

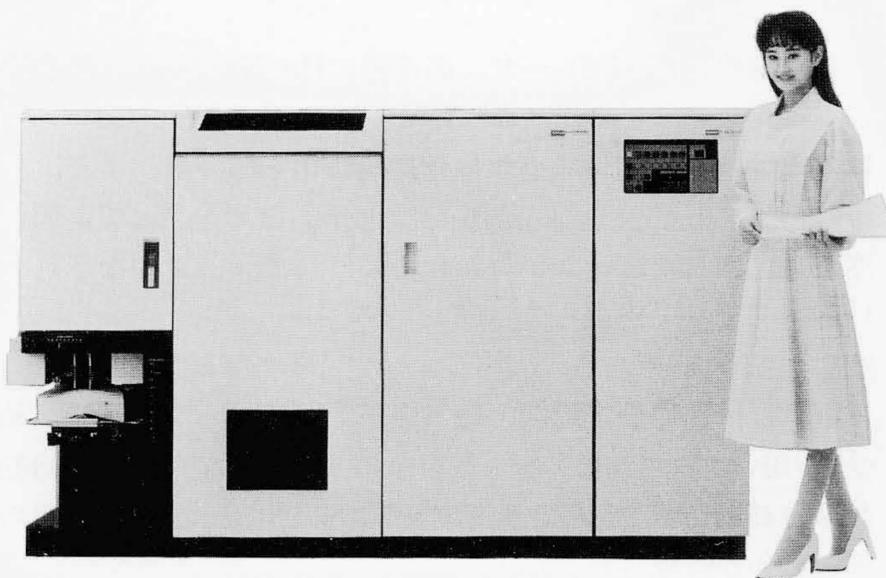
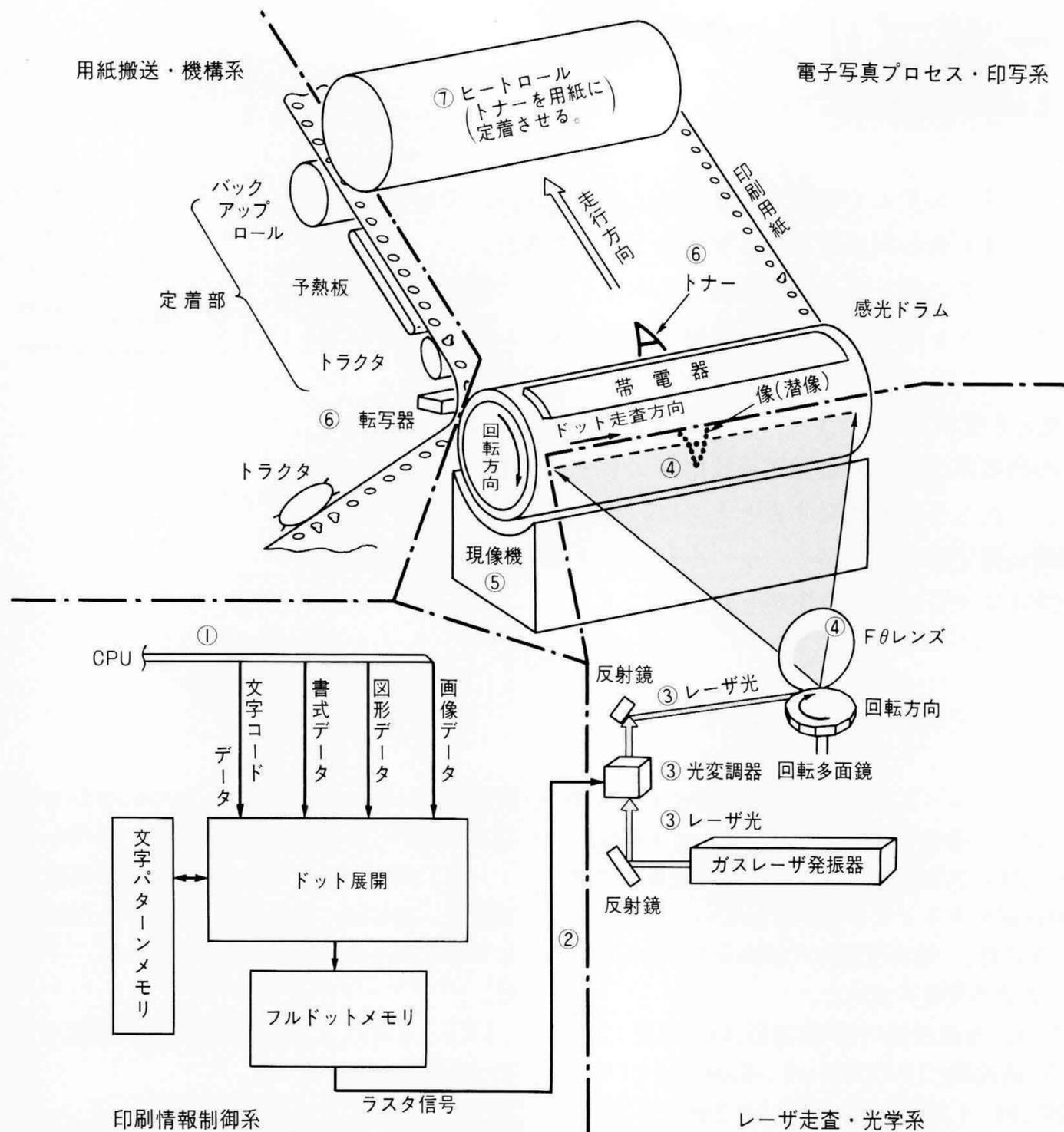


図1 H-6276形プリンタの外観 小形・省電力を特徴とした1万5,600行/分超高速レーザプリンタの外観を示す。



図2 H-6273形プリンタの外観 小形・高印字品質を特徴とした1,500行/分低速レーザプリンタの外観を示す。

* 日立製作所神奈川工場 ** 日立製作所中央研究所 工学博士 *** 日立製作所日立研究所 **** 日立工機株式会社



注：略語説明 CPU(中央処理装置), Fθレンズ(エフシータレンズ)
 図3 超高速機H-6276形プリンタの構成 レーザプリンタは、印刷情報・制御系、レーザ走査・光学系、電子写真プロセス・印写系、用紙搬送・機構系の各系で構成される。

プリンタの構成」を例に簡単に説明する。

まず、印刷情報制御系では、CPU(中央処理装置)から送られてくる文字・書式・図形・画像の印刷データをドットの形に展開し、ラスタ信号として光学系に送出する(①, ②)。

次に、レーザ走査・光学系では、制御系から送られてきたラスタ信号で光変調したレーザ光を回転多面鏡、Fθレンズによって感光ドラム面に結像し、潜像を形成する(③, ④)。

次に、電子写真プロセス・印写系では、現像器(⑤)による感光ドラム上潜像の現像、転写器(⑥)による感光ドラム面から用紙面へのトナーの転写、予熱板・ヒートロール(⑦)による用紙へトナーを固定する定着の各工程順に処理する。

最後に、用紙搬送・機構系では、用紙の搬送のほかに光学系、印写系の実装を行い装置全体をまとめる。

3 レーザ走査・光学系

光学系では、低速から超高速までの広い印刷速度範囲で、高精細印字が可能な走査光学系の開発を進めた¹⁾。

(1) レーザ光源

超高速機にHe-Cdレーザ、高速機にHe-Neレーザ、低速機に半導体レーザをそれぞれ用いた。この中で、He-Cdレーザは放電管の新規改良で小形化と高信頼化を図った。また、半導体レーザ用として、収差補正²⁾とビーム整形を行って高解像度走査に適したビームが得られるように光学設計がなされている。

(2) 回転多面鏡

駆動には、同期電動機と磁気浮上形可動パッド動圧空気軸受³⁾を用いた。これにアルミ系合金の多面鏡を装着して、回転数7~45krpmの範囲で速度変動 10^{-4} 以下の精度で長期間の安定動作が達成されている。

(3) Fθレンズ

回転鏡で等角速偏向したビームを感光ドラム面で等速直線走査に変えるとともに、一様スポットに収束する機能を持つ。性能は、走査幅40cm以上、収束可能スポット径約 $60\mu\text{m}$ 、走査位置誤差 $\pm 0.2\%$ 以下である。

(4) 走査光学系の最適化

図4は多面鏡の面数と外接円半径が与えられたときに達成できる走査幅、解像度及び入射ビーム径の関係の一例を示す。このような関係をもとに、プリンタ仕様である印刷幅、ドット径に対し各機種ごとに光学系構成の最適化を図った。これによって、光学系の走査の高効率化、高解像度化及び小形化を実現した。

以上の走査光学系によって、例えば、超高速機(H-6276)用では、用紙速度82.6cm/sに対し走査幅38cm以上、ドット密度240ドット/in, 走査数7,800本/s, 隣接走査線間隔誤差±15μm及び走査線形誤差±0.2%の書込み性能が達成されている。

4 電子写真プロセス・印写系

本系では印刷速度、印刷品質などの仕様に対して、各々のプロセスを最適化することが必要となる。

(1) H-6276形プリンタの印写系では、印刷速度1万5,600行/分の高速印刷と画期的な装置の小形化、及び省電力化を達成するためにトナーの低融点化を図った。同時に、トナーに適合したクリーニング条件の選択による感光体清掃性の向上、現像ロールの磁気パターンの最適化による現像剤負荷の大幅な低減を行い、安定した印刷品質を実現した。

(2) H-6275形プリンタの印写系では、画像印刷時の大きな黒部面積に対して高濃度印刷を実現するため、トナー濃度の最適化を図った。図5に示すように、かぶりの発生しない実用領域で最高の濃度を計算で求め(実効トナー濃度曲線)⁴⁾、この近傍に実際のトナー濃度を設定した。

次にその条件下で、バイアス現像条件及び現像剤の抵抗、

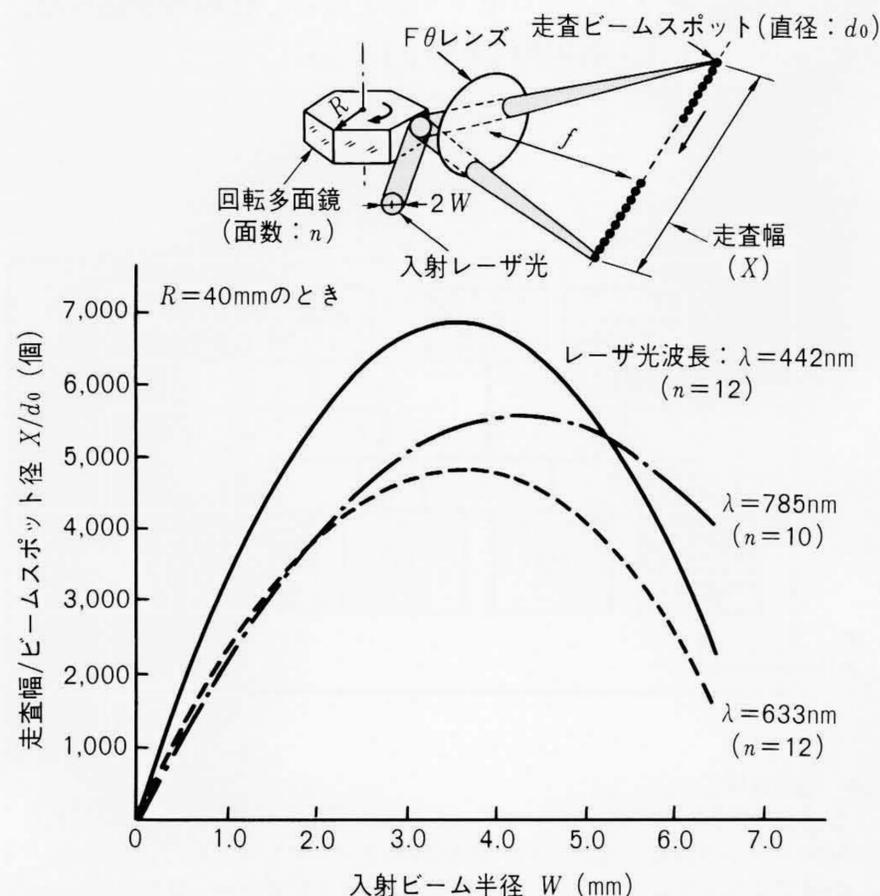


図4 回転多面鏡への入射ビーム径に対する走査スポット径と走査幅の関係 光学系の走査幅とそのときの解像点総数(X/d₀)は、多面鏡形状と、レーザー波長及び入射ビーム径で定まる。d₀はFθレンズ、ビーム径及び波長で決まる。

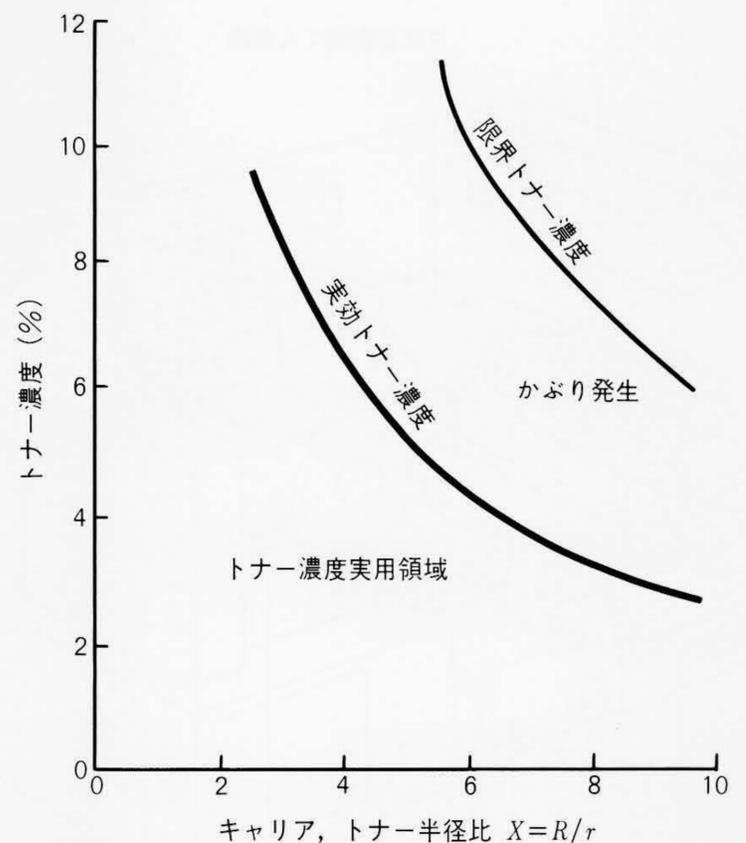


図5 トナー濃度の上限値 現像剤中にトナーを限界トナー濃度まで混入できるが、かぶりの発生しない実用的なトナー濃度の上限値は、実効トナー濃度で与えられる。

キャリア粒径の最適化を図り、トナー飛散や非印刷白紙部へのトナー付着、かぶりの防止と高濃度印刷を両立させた。

(3) H-6273形プリンタ印写系の特徴は、磁性トナー現像系⁵⁾、フラッシュ定着系及びOPC(有機光導伝体)感光体⁶⁾の高印刷品質を実現し、かつ特殊な用紙の使用を可能としている点にある。

トナーの開発では、現像剤寿命や保存性を落とすことなく、フラッシュ光で溶けやすく、かつ印刷用紙上のトナーを薄く均一にして安定性を確保するために、樹脂及び磁性粉含有量の最適化を行った。

OPC感光体に関しては、長寿命化及び特性の安定化が課題であり、これに対しては帯電器から発生するオゾンの吸引、トナー飛散防止のための感光体表面の清浄化を推進した。

5 用紙搬送・機構系

5.1 H-6276形プリンタ

(1) 用紙自動装てん機構を新たに開発し、用紙の掛け替えを簡単にした。本機構の開発は、用紙搬送機構の高精度化、センサ技術の改良、及び用紙送り制御技術の向上によって可能とした。

(2) カートリッジ式トナー供給、スライド式用紙ホッパ、スライド式用紙スタッカを採用し、操作性の改善を図った。

図6にH-6276の機構図を示す。

5.2 H-6275形プリンタ

(1) 用紙スタッカの用紙を乗せる底板を、スタック用紙量が少ないときはフラットにし、ある一定量以上のときは山形にすることによって用紙のスタックジャム頻度を減少させた。

(2) カートリッジ式トナー供給、用紙を取り出しやすくしたスタッカなど、操作性の改善を図った。

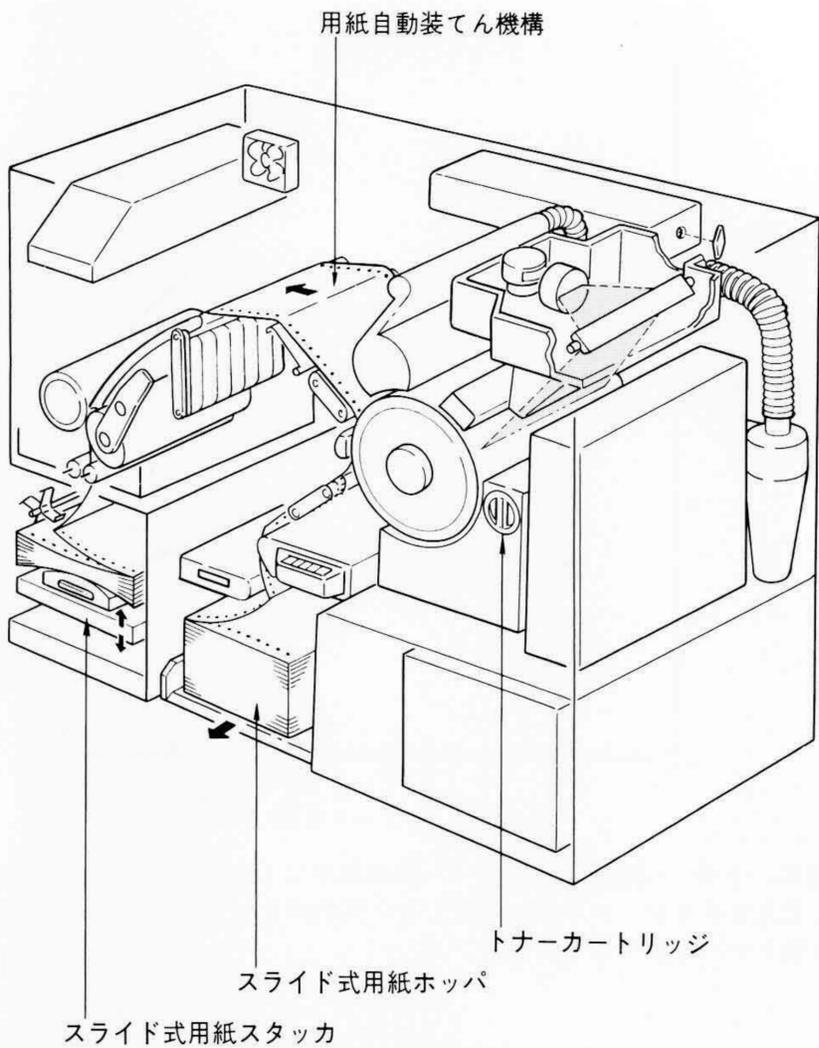


図6 H-6276形プリンタ機構図 用紙自動装てん、スライド式ホッパ、スタッカなど、操作性の改善を図った1万5,600行/minプリンタの機構を示す。

5.3 H-6273形プリンタ

- (1) 半導体レーザ光学系，フラッシュ定着，制御系のプリンタ内部への組み込みなどによって，装置全体の小形化を図った。
- (2) 用紙の自動装てん，カートリッジ式トナー供給，パネルへのメッセージ表示など操作性の改善を図った。

図7に，H-6273の機構図を示す。

6 印刷情報制御系

制御系は大きく次の二つに分けることができる。

- (1) レーザ光変調信号の送出，用紙送り制御などのプリンタ制御部

プリンタ制御部は，超高速機(H-6276)でレーザ光を変調する速度は38MHzであるが，ラスト間のジッタを防ぐため，プリンタ部から送られてくる水平同期信号の同期化処理をレーザ光変調速度の8倍の304MHzで処理している。

用いた回路はCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)-VLSI(1.3 μ mプロセス)である。

- (2) ホストコンピュータから印刷データを受け取り，印刷紙面の白黒に対応したドットパターンを展開する編集処理部感光ドラムは一定の速度で回転しているため，編集処理部はドラムの回転に追従してドットの展開を行う必要がある。一方，編集処理部ではホストコンピュータから送られてくる文字コードの解読，文字ドットパターンの紙面上任意位置への割付け，図形・画像のドット生成など複雑な処理を行わなければならない。高速の処理能力を必要とする。

このため，超高速機(H-6276)では，3台の専用プロセッサ構成でのパイプライン処理によって高速化を図っている。図8にH-6276形プリンタ制御系のブロック図を示す。

速度クラスが下位の装置では，各速度クラスの処理能力に合わせてパイプラインプロセッサ数を減らし経済性を図った。文字・図形・画像の印刷例を図9に示す。

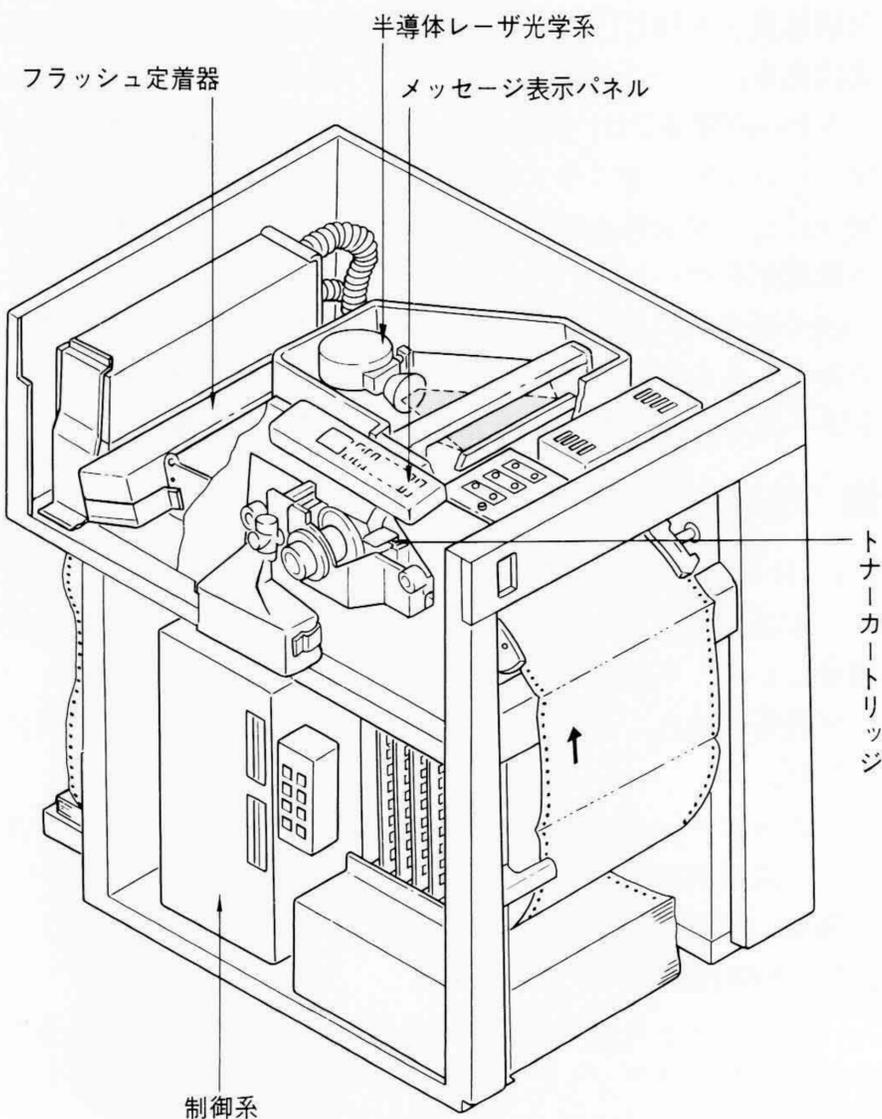
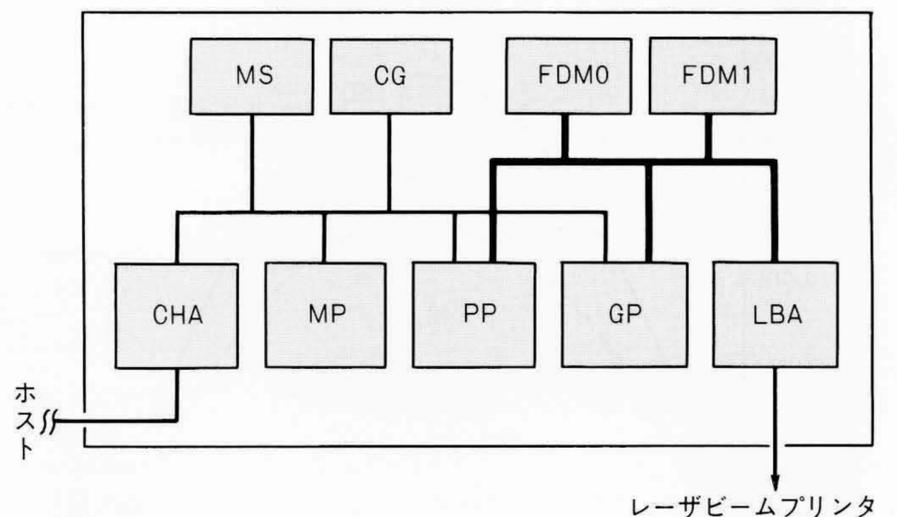


図7 H-6273形プリンタ機構図 半導体レーザ，フラッシュ定着，制御系の内蔵によって小形化を図った1,500行/minプリンタの機構を示す。



注：略語説明

- | | |
|-----------------|---------------------|
| CHA(チャンネルアダプタ) | LBA(レーザビームプリンタアダプタ) |
| MP(メインプロセッサ) | MS(メインストレージ) |
| PP(プリントプロセッサ) | CG(キャラクタゼネレータ) |
| GP(グラフィックプロセッサ) | FDM(フルドットメモリ) |

図8 H-6276形プリンタ制御系のブロック図 3台の専用プロセッサによるパイプライン制御で，毎秒約3ページの高速ドット展開を実現している。

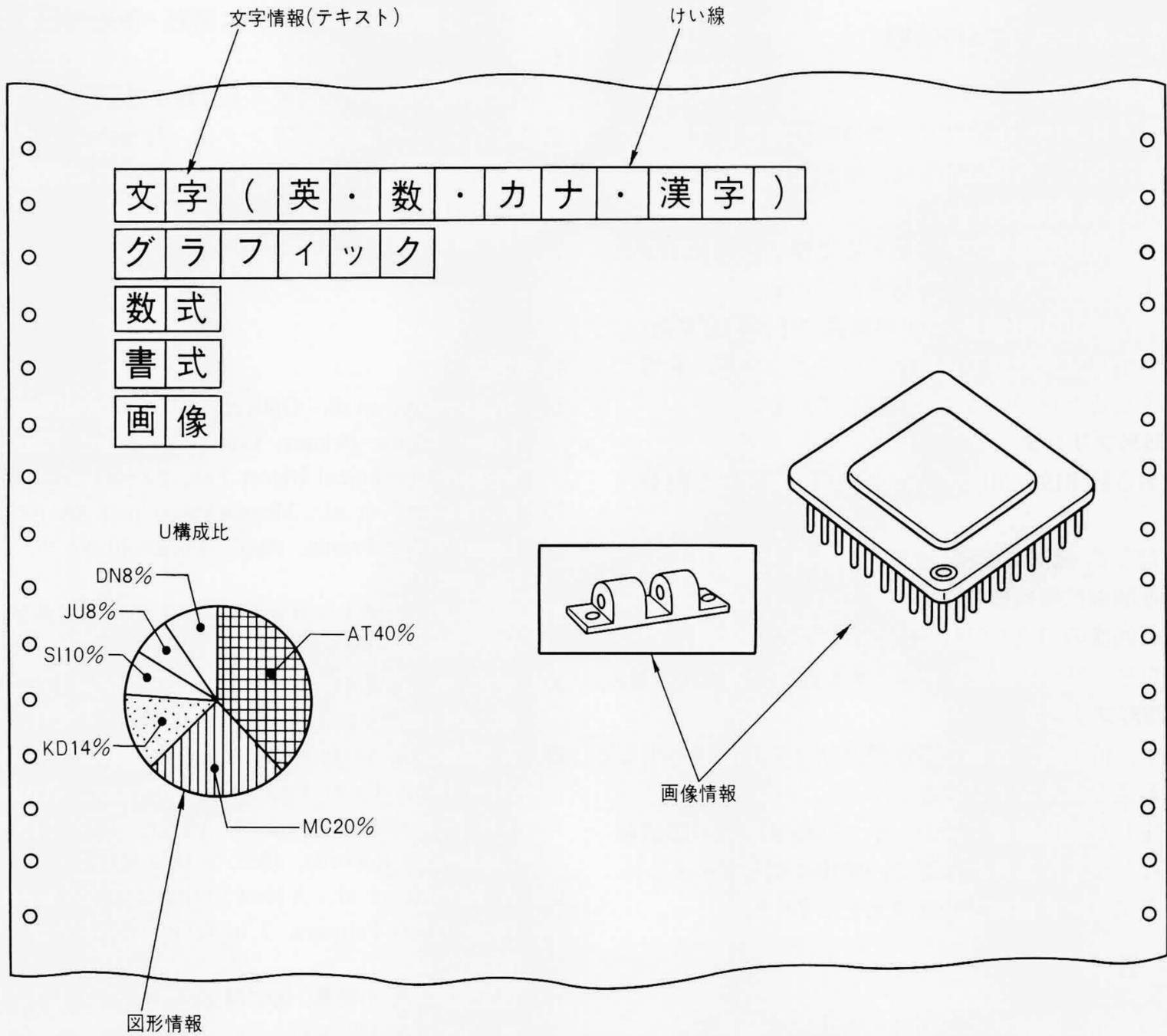


図9 文字・図形・画像の印刷例 同一ページ上の任意位置に文字・図形・画像を混在して印刷することができる。

表1 プリンタ機種別装置諸元 印刷速度レベルに合わせて、最適の要素技術を採用した。

No.	項 目	H-6273	H-6275	H-6276
1	印刷方式	光源	半導体レーザー	ヘリウムネオンレーザー
		現像・定着	磁性トナー・フラッシュ定着	2成分トナー・ヒートロール定着
		感光体	有機光導伝体	アモルファスセレン
2	印刷速度(8行/分,印刷禁止領域含む)	1,500行/min	6,000行/min	15,600行/min
3	最大印刷幅(オプションを含む)	15.0 in		
4	ドット密度	240×240ドット/in		
5	印刷禁止領域	帳票ミシンの前後各 $\frac{1}{3}$ in		
6	用紙	幅(オプション含む)	6.5~16 in	
		長(オプション含む)	3.5~14 in(折りたたみ長さ7~14 in)	
		連量(四六判)	55~135kg	
7	外形寸法 幅×奥行×高さ(mm)	1,000×790×1,150	2,070×840×1,420	2,320×880×1,420
8	重量	約350kg	約800kg	約1,200kg
9	電源	単相 200V	三相 200V	三相 200V
10	消費電力	4 kVA	5.3kVA	11.5kVA
11	動作環境	温度	16~32℃	
		湿度	20~80% RH	

7 各プリンタシステムの特徴

7.1 H-6276形プリンタ

従来機であるH-8196-30形プリンタの後継機として開発された。従来機に対して大幅な小形化、軽量化及び劣電力化を行った(いずれも従来機の約 $\frac{1}{2}$)。

細線の鮮明度や印刷濃度の均一性・安定性など、印刷品質の面でも従来機に対して大きく改善されている。

毎秒約3ページ(11in用紙長)と世界最高の印刷速度を持ち、かつ用紙ハンドリングの面でも優れていることから、大量データの印刷を必要としている業務に適している。

7.2 H-6275形プリンタ

従来機であるH-8196-20形プリンタの後継機として開発した。

従来機に対して、設置床面積、消費電力共約 $\frac{1}{2}$ に低減した。また印刷濃度制御拡張機構を付加することによって、大きな面積の黒べた画像の印刷を実現しており、あて名印刷、バーコード印刷など、黒べた画像を必要とする業務に適している。

7.3 H-6273形プリンタ

コンパクト、低電力、容易な操作性及びコスト面で中小形システムに最適なプリンタである。

鮮明で安定した印刷品質を持ち、かつ特殊用紙への印刷ができることなどから、多目的用途での使用に適している。

表1に、各プリンタ機種種の装置諸元を示す^{7),8)}。

8 結 言

光学系、印写系、機構系及び制御系各技術の結集によって小形、軽量、省電力、操作性の向上、鮮明な印字品質など優れた特徴を持った機種を3機種開発することができた。

これら3機種共漢字のほかに図形・画像の印刷を可能とした。

多種情報の印刷がシステム上重要な要素となっている現在、これらのレーザビームプリンタは、社会のニーズに的確にこたえるものであり、情報化社会発展のために貢献できるものと期待される。

参考文献

- 1) A. Arimoto, et al. : Optical System of an Ultrahigh-Speed Laser Beam Printer, Conf. Laser and Electro-Optical Systems Technical Digest. Feb. 26~28, 1980
- 2) K. Tatsuno, et al. : Measurement and Analysis of Diode Laser Wave Fronts, Appl. Optics 20 No.20, p.3520 (Oct. 15, 1981)
- 3) 齊藤, 外 : 高速レーザビームプリンタ, 日立評論, 65, 10, 687~690(昭58-10)
- 4) 保志, 外 : 2成分現像剤の実効キャリア被覆率, 電子写真, 25巻, 4号(1986年12月)
- 5) A. Shimada, et al. : Electrophotographic Properties of New Diode Laser Printer with Organic Photoconductor and Triboelectric Magnetic Toner, IEEE-IAS '85 Annual Conference Records, 1985, p.1480~1484
- 6) A. Kakuta, et al. : A New Phthalocynine Photoreceptor for Diode Laser Printers, J. Imaging Technology, 11. 1985, p.7~11
- 7) 日立製作所 : 小特集, 漢字情報処理システム, 日立評論, 60, 5, 327~358(昭53-5)
- 8) 宮崎, 外 : 日立漢字情報処理システム“KEISのハードウェア”, 日立評論, 63, 337~342(昭56-5)