

低価格カラーレーザープリンター用光学ユニットの開発

Optical Scan Unit for the Low-end Color Laser Printer

田島 直樹* 田上 和之* 鈴木 毅*
Tajima, Naoki Tanoue, Kazuyuki Suzuki, Takeshi

Today, color laser printers are being improved their performance for convenient price and space-saving in their 2nd generation. Konica has launched the KL-3015 printer to the market with a newly developed, unique and low-cost optical scan unit. A simple constructed but well aberration-corrected collimator is installed to the unit. Also, a very high-speed scanning polygonal mirror equipped with gas bearing is introduced, refusing dirt on the mirror surface and heat defects. This paper describes the details of these new technologies.

1 はじめに

近年のカラーレーザープリンターの市場では、低価格の要求により第2世代のカラーレーザープリンターが各社から発表されている。コニカでは、1994年にカラーレーザープリンターを市場に投入して以来、1995年にグレースケール対応機種を開発を通して、国内ではKL-2010の商品名で販売を行ってきた。

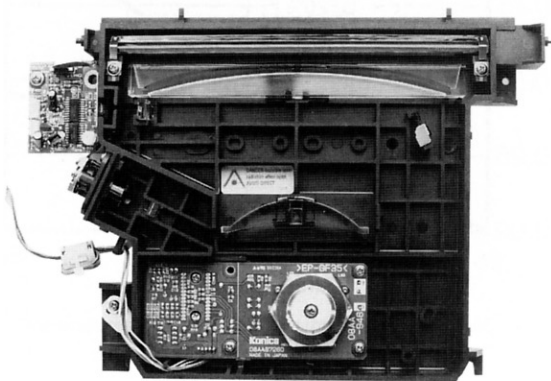
現在、これらの開発で培ってきた技術をベースとして、A4縦送り型で小型化、低価格を目指したKL-3015を開発し1998年に上市している。

本報では、この最新機種に搭載しているレーザー光学ユニット (Phot. 1) に関して、新たに採用した技術を中心に解説を行う。

発したレンズである。更に、コリメータ用レンズは、当社の機種として初めてガラスモールドレンズを採用し、コリメータユニットにおいて約50%のコストダウンが可能となった。

Table 1 Specification of KL-3015 Laser optical scan unit

Scanning lens scan width	2Y=240mm
Scanning lens scan angle	2W=91.7deg
Scanning lens focal length	f=150mm
Laser diode Wavelength	$\lambda = 780\text{nm}(\text{typ.})$
Polygonal revolution	23041r.p.m.
Collimator lens focal length	f=5mm
Resolution	600dpi
Video clock frequency	17.1MHz



Phot.1 Laser optical scan unit for KL-3015

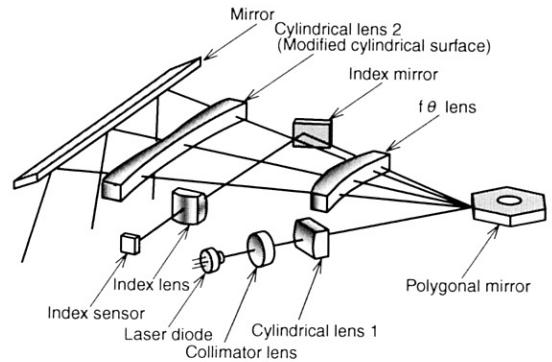


Fig.1 Optical Layout of KL-3015 Laser optical scan unit

2. レーザー光学ユニットの概要

今回開発したレーザー光学ユニットの主要諸元を Table 1 に、構成の概略を Fig.1 に示す。走査光学系は、2群2枚のプラスチックレンズであり、今回採用したレンズはプラスチックレンズでの更なる低コストを目指して新たに開

* 機器開発統括部 第1開発センター

また、レーザー光学ユニットは、ユニット自体の小型化、低価格化もさることながら、組立時のコストも低減するため光学部品の取付には、接着剤による部品締結方法を採用し組立自動化に対応すると共に部品点数を削減した構成になっている。

ポリゴンモータに関しては、23041r.p.m.と高速回転であることから、エアベアリングを採用した部品点数の少ない小型で低価格なユニットを搭載している。

これらの他に従来機種と異なる主な特徴としては、コリメータユニットの樹脂化と高速回転するポリゴンモータの騒音低減及びポリゴンミラー面の汚れ防止機構などが挙げられる。

3. コリメータユニット

コリメータ光学系の諸元を Table 2 に、断面を Fig.2 に示す。コリメータレンズは1群1枚のガラスモールドレンズであり、レンズ、鏡筒、鏡筒ホルダーの単純な構成を採用している。

Table 2 Specification of Collimator Lens

Focal length	f=5mm
Numerical aperture	NA=0.33
Materials	flint glass
Lens surface	aspherical

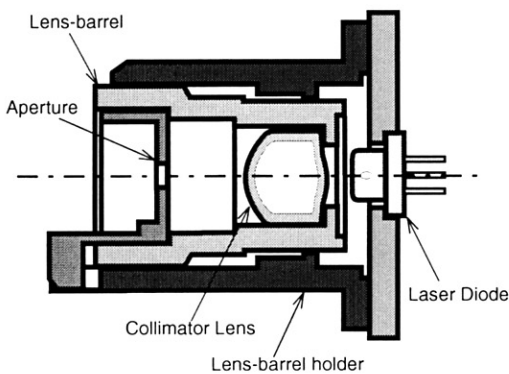


Fig.2 Section of Collimator Unit

3.1 コリメータユニットの構成

コニカでは、従来よりコリメータ部のカップリング効率を出来るだけ大きくするため、開口数 NA の大きいコリメータレンズを採用している。主走査方向の縦倍率は、以下の式で表されるように、走査光学系焦点距離 (f) 及びコリメータ系焦点距離 (fcol) より算出できる。

$$\begin{aligned} \text{縦倍率} &= (\text{横倍率})^2 = (f/f_{\text{col}})^2 \\ &= (150/5)^2 = 900 \end{aligned}$$

このように、縦倍率の大きい無限系の走査光学系としては、従来機種のアルミ製のコリメータユニットに対してコリメータ部の樹脂化を行うことで、小型でかつ低価格な構成になっている。

鏡筒の保持方法においては、従来ねじ込み方式を採用していたが、組立性向上と後に述べるレンズ収差の補正の観点から今回は圧入方式を採用した。

更に、部品寸法のバラツキによる圧入時のかん合力のバラツキを抑えるため、Fig.3 に示すように鏡筒は鏡筒ホルダーの内径凸部6点で保持することで寸法精度の緩和を行っている。

カラーレーザープリンターの場合は概してモノクロレー

ザープリンターと比較して定着ユニットでの発熱が大きい。そのため実機での温度上昇によるピント位置のずれには十分な配慮が必要である。

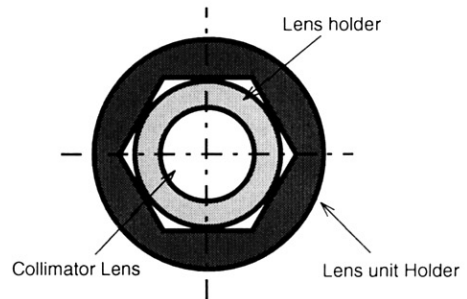


Fig.3 Lens-barrel hold system

従来から温度上昇に伴う各 부품の線膨張や屈折率の変化を考慮してレンズ設計を行っているが¹⁾、本光学ユニットの場合、最終的には実際の製品評価の中で使用する樹脂材料の線膨張係数の選定を行うことで最適点を見いだしている。²⁾ 具体的には鏡筒と鏡筒ホルダーの線膨張係数を適宜選定することで対応している。

Fig.4 は、成形樹脂材料中のガラス繊維の含有率による線膨張係数の違う材料を使用した鏡筒での温度上昇に対するピント位置の変化を示すグラフである。

ここでは、温度上昇によるピント位置変化量の小さな PC+GF20% の材料を選択している。

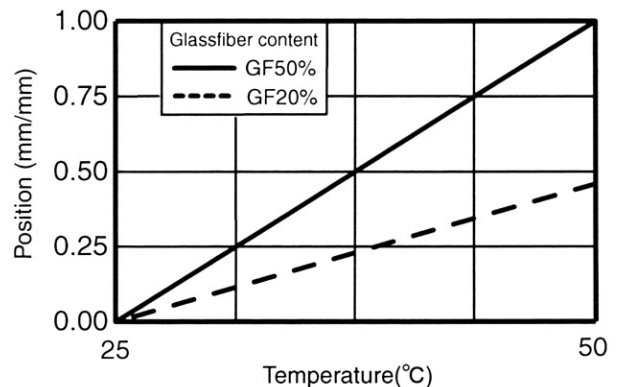


Fig.4 Beam waist position dependence on Temperature with lens-barrel materials

3.2 レンズ収差補正

感光体面でのビーム形状は、コリメータレンズの収差等により大きく影響される。Fig.5 はコリメータレンズにコマ収差がある場合の感光体面でのビーム形状をあらわしている。

図中の S の大きさがサイドローブの最大強度に相当する。通常サイドローブは大なり小なり存在するが、KL-3015 の場合は、S が約 7% 以上で画像上に影響が出ることが明らかになっている。ここでは、ビームの最大強度

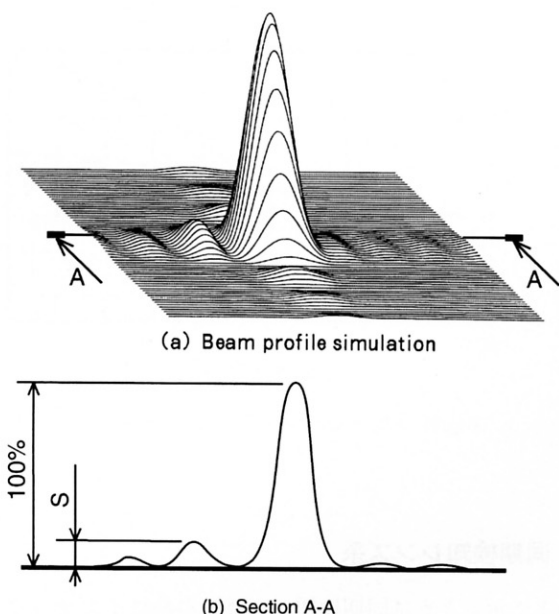


Fig.5 Beam profile at Drum surface (given Coma aberration to Collimator lens)

を100%としている。

一方、コリメータユニットの最終段において、レーザービームはアパーチャによりビーム整形している。副走査方向の実効NAは主走査方向のそれと比較して小さいため、コリメータレンズのコマ収差方向が予め判っていれば、Fig.2中のレンズとアパーチャの位置関係を適宜決めることでレーザービームサイドローブの少ない良好なビーム形状を得ることが可能である。³⁾ Fig.6はコリメータレンズを取り付けた鏡筒の回転位置と感光体上のサイドローブとの関係を示している。このように、約90度の範囲内でSが7%以下になる箇所が2ヶ所存在することがわかる。

実際の組立では、鏡筒にレンズを取り付けた後、コリメータレンズの波面収差を測定し、コマ収差の方向により鏡筒ホルダーに挿入する光軸回り方向の位置を決めている。

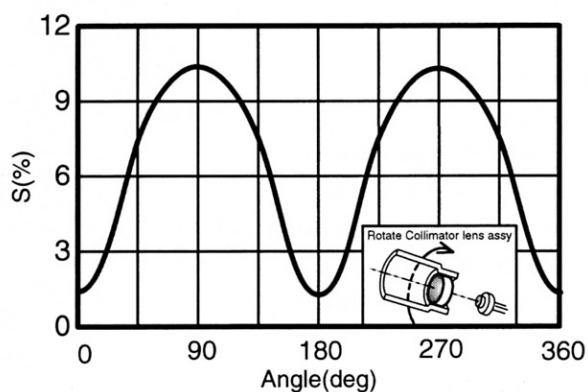


Fig.6 Relation between beam profile (S) and rotation angle of Collimator lens assy

4. ポリゴンモータユニット

4.1 ポリゴンミラー面汚れ

ポリゴンモータユニットには、小型低価格のエアベアリングを採用した高速回転ポリゴンユニット⁴⁾を採用している。20,000r.p.m.を越える高速回転においては、ミラー面の汚れは、ポリゴンミラー面周辺の微塵やミラー面エッジ付近の圧力差による水分の付着等が考えられている。ポリゴンミラーの回転数が大きくなるほどこれらの要因によりミラー面の汚れが大きな問題となってくる。

一つの手段として、ポリゴンミラー周辺にカバーを設置することで微塵や圧力変化を抑えることが可能であるが、コストアップ及び密閉することによるポリゴンミラー周辺の温度上昇が伴うため今回は採用しなかった。従って今回は、具体的な対策としFig.7に示すように、ミラー突端のC面取りにより、ミラー面汚れを防いでいる。⁵⁾

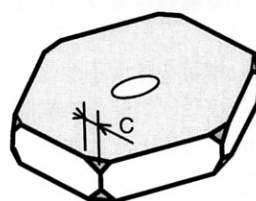


Fig.7 Edge of Polygon mirror

Fig.8に面取り量とミラー汚れの関係を示す。KL-3015ではC0.5を採用することで100万プリント時のミラー面反射率低下を約8%に抑えており目標に対して余裕のある結果となった。

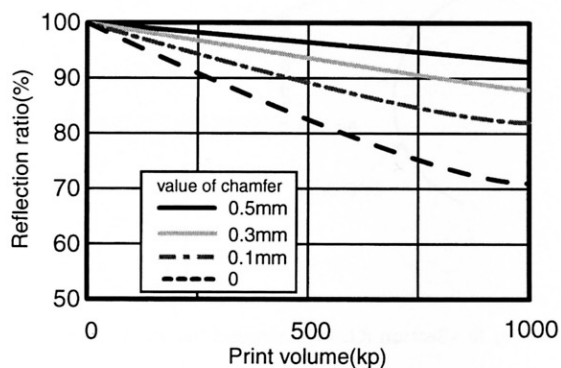


Fig.8 Reflection ratio at polygonal mirror surface dependence on Print volume with value of polygonal mirror edge chamfer

また、この面取りの副次的効果として、風損の低下による駆動電流の低減やミラー面エッジでの風切り音の低減などが挙げられる。Fig.9は面取りのありなしによる駆動電流の違いを表している。面取りを行うことで、30,000 r.p.m.時に約20%ほど駆動電流が減少しているのがわかる。

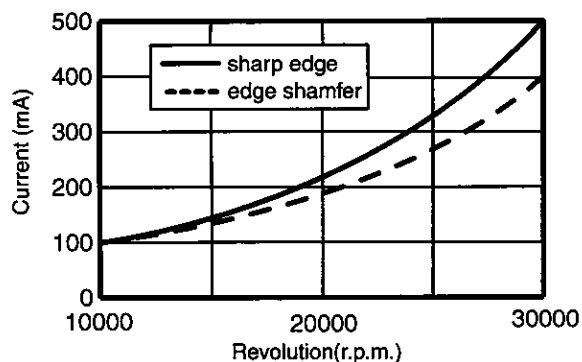


Fig.9 Relation between current of polygon driver and revolution of polygon motor

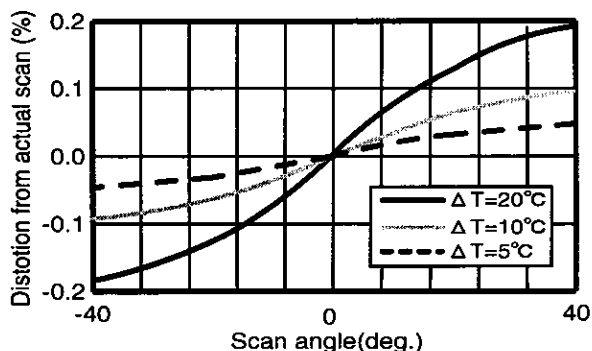


Fig.11 $f\theta$ characteristics with rise

また、光学ユニット内にはエアベアリングを配置している関係上、ユニット内部のシール性には十分な配慮がなされている。このシール性の向上は、ポリゴンモータユニットから発生する騒音の低減にも寄与している。

4.2 放熱対策

本プリンターでは機械全体の小型化のため、定着ユニットの直上にレーザー光学ユニットを配置せざるを得なかった。従って、Fig.10に示すように光学ユニットと定着ユニットの間に排気ダクトを形成し断熱をはかるとともに、ポリゴンモータユニット内のドライバーICに放熱板を取付け、この放熱板を前記ダクトに突出させることでポリゴンモータユニットの温度上昇を抑え、プラスチックレンズへの熱の移動を防いでいる。⁶⁾

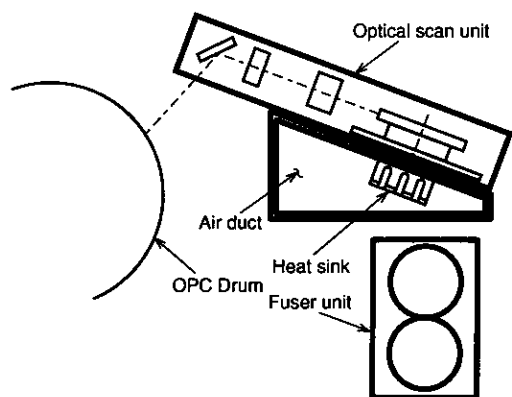


Fig.10 Section KL-3015 around the optical scan

Fig.11に温度上昇に伴う横倍率のグラフを示す。光学ユニット内の温度が20°C上昇すると横倍率は0.2%大きくなっていることが判る。KL-3015においては、上記光学ユニット内の温度上昇を10°C以下に抑え、横倍率の温度による変化を0.1%以下にすることが可能となった。

5. 同期検知レンズ系

Fig.1に示すように同期検知センサーの前にインデックスレンズを配置している。これはCY2の手前でインデックスミラーにより同期検知用光路を折り曲げているためであり、副走査方向にパワーを持つシリンドリカル面を形成している。

更に、光学ユニットの小型化に伴って、主走査方向は、感光体面までの距離と同等の位置に同期検知センサーを配置できなかった関係上、レンズのもう一方の面は主走査方向にパワーを持つシリンドリカル面を形成し、それぞれ同期検知センサー面上に集光するような構成になっている。

6. まとめ

以上KL-3015では、従来機の性能を維持しながら低価格のレーザー光学ユニットを開発することが出来た。

今後も今までの知見をもとにレーザー光学ユニットの特性を生かした露光装置の開発を行う所存である。

7. 謝辞

本開発にあたり、多大なるご協力を頂きました光学開発センサー及び機器生産事業部技術部の方々に、深く感謝いたします。

●参考文献

- 1) 藤田久雄、他 Konica Tech. Rep.,2, 36(1989)
- 2) 田島直樹、他 特願 9-295594
- 3) 田島直樹、他 特願 10-51897
- 4) 野雅夫、他 Konica Tech.Rep.,9, 43(1996)
- 5) 田島直樹、他 特願 9-331695
- 6) 田島直樹、他 特願 9-120549