

magicolor2400 シリーズエンジンを支える技術

さらなる小型化への道

Technologies in Pursuit of the Further Downsizing of the magicolor2400 Series Engine

松浦 一夫* 吉川 彰一* 棚橋 博史* 向坂 純** 松下 浩治***
 Matsuura, Kazuo Yoshikawa, Shoichi Tanahashi, Hirofumi Kohsaka, Jun Matsushita, Kouji

要旨

2002年、ローエンドカラープリンタとして従来機から体積を半減したmagicolor2300シリーズを上市し、カラープリンタは大きいという業界の常識を覆した。しかしながら小型化に対する市場の要求はとどまるところを知らず、更なる小型化と設置必要スペースの極小化を実現したmagicolor2400シリーズの開発に成功した。これらを支えるのは世界最小の光学系とそれらを組み上げるパッケージング設計技術、上方排気システム、および、上カバー一体式転写ユニットの開発である。

Abstract

The magicolor2300 series whose cubic measure is reduced by half of existing machines, as a low-end color printer, was launched in 2002. It overturned the common view of the industry that color printers are large. But since the market demand for miniaturization knows no limits, we succeeded in further miniaturization and the development of the magicolor2400 series, of which a downsized body and a reduced footprints.

This achievement was realized by packaging design technology to unite the mechanisms of the world's smallest optical system, development of an upward directed exhaust system, and a transferring unit incorporated into the top cover.

1 はじめに

近年カラーレーザープリンタの進化は急速に進み、価格、大きさ、性能の点で大きな変化の時代を迎えている。

その中であって、当社が2002年に発表した4サイクル方式のカラープリンタであるmagicolor2300シリーズはその大きさ、画質、価格、信頼性の点で市場から高い評価を得た。その後継機として開発が始まったmagicolor2400シリーズは、前任機の成功に満足することなく、さらなる小型化（前任機比体積17%ダウン）、特にユーザの実用上の使いやすさという点で、フロントアクセスと機械側面への排気を無くすことによる設置面積の最小化（前任機比44%ダウン：Fig. 1 参照）を商品コンセプトのひとつとして開発を進めた。magicolor2400シリーズと従来機的主要仕様の対比表をTable 1 に示す。

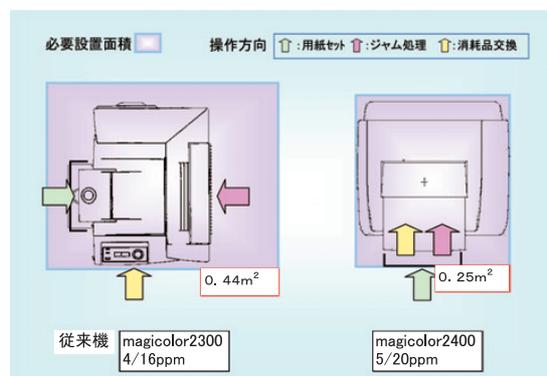


Fig.1 Footprint Comparison

Table 1 Comparison between a former model and the new model

	従来機 magicolor 2300シリーズ	magicolor 2400シリーズ
プリント速度 (カラー)	4 ppm	5 ppm
(モノクロ)	1.6 ppm	2.0 ppm
1st? リット速度 (カラー)	2.5秒以下	2.1秒以下
(モノクロ)	1.4秒以下	1.2秒以下
マシンサイズ W×D×H (mm) 体積 (mm³)	356×500×392 0.0698	430×395×341 0.0579 (従来機比17%ダウン)
フットプリント	0.18m²	0.170m² (従来機比6%ダウン)
必要設置スペース WXD (mm) (mm³)	760×580 0.44	430×570 0.25 (従来機比44%ダウン)
質量	2.9kg以下 (消耗品含む)	2.0kg以下 (消耗品含む) (従来機比31%ダウン)
標準給紙容量	200枚	—
ウォームアップタイム	1.80秒	4.5秒
騒音	5.4dB	5.3dB
オプション	500枚増設カセット DUPLEX	—
消耗品	T/C: 1.5K、4.5K D/C: 4.5K/4.5K	—
マシンライフ	廃トナーBox: 2.5k/4.5k 200K枚	廃トナーBoxレス

* コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
 機器開発本部 機器第3開発センター 第31開発部
 ** コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
 機器開発本部 画像技術開発部
 *** コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
 機器開発本部 機器第2開発センター 第22開発部

magicolor2400シリーズのエンジン構成をFig. 2に示す。4色のトナーを収容する現像器が円筒形の現像ラックに保持されており、ラックを順次回転させることで、感光体上に1色ずつ画像形成を行い、転写ベルト上に4色のトナー像を重ねてフルカラーの画像を形成し、それを用紙に転写し、定着する構成となっている。この方式は、magicolor5400シリーズ等で採用されているタンデム方式に比べ、感光体、光学ユニットが各々1個で済むため、製品全体の大きさ、コストが抑えられる点でメリットがある。magicolor2400シリーズはその方式の持つメリットを最大限に生かすために、世界最小のレーザ走査光学ユニットを新規開発し、新発想によるパッケージング技術で、それらを最小限のスペースで構成した。同時に、小型にすればするほど大きな技術的課題となる排熱、排気のルートを背面から上面に向けて行うことで、側面への排気を無くし、壁際などに密着しておくことが可能となった。これに加え、上カバー一体式の転写ユニットを開発することで、感光体ユニットの前面からの着脱を可能とし、用紙補給、消耗品交換、ジャム処理等すべて機械前面で行うことが可能な真のフロントアクセス構成を成立させることによって、世界最小の設置スペースを誇る商品となっている。

以下の章でこれらの技術の詳細を述べる。

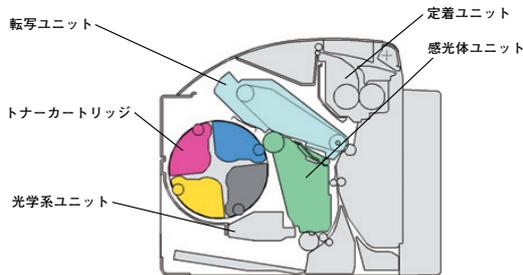


Fig.2 A structural view of a printing engine of magicolor2400 series

2 レーザ走査光学系ユニットの小型化

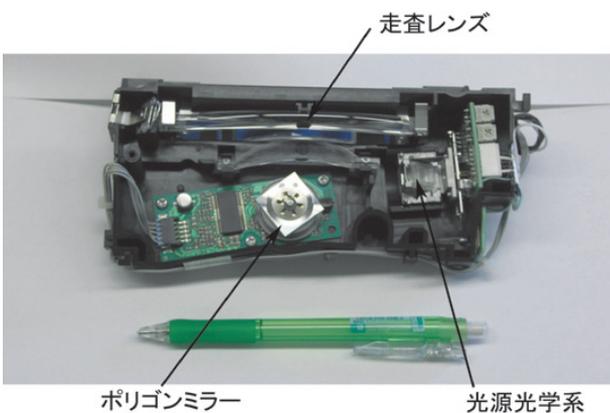


Fig.3 A laser scanning optical unit

レーザビームプリンタ、デジタル複写機においては小型化、低コスト化が進み、書き込み系ユニットであるレーザ走査光学系ユニットもその要求に応えるべく数多くの技術を投入している。

2.1 広角走査光学系

偏向角を広げるということは光学系ユニットから感光体ユニットまでの距離（光路長）を短縮出来るというメリットがあり、製品全体の小型化に大きく寄与する。magicolor2400シリーズでは、広角走査光学系ユニットを開発し、従来比で約1/2の光路長を達成した。Fig. 4では従来の光学系の偏向角に対し、今回開発した光学系の偏向角を2倍にすることで焦点距離が約1/2になったことを示している。

また走査レンズを小型化する為には、走査レンズをできるだけポリゴンの近くに配置する事が望ましい。magicolor2400シリーズでは2枚の樹脂レンズを用い、4面中3面に自由曲面を採用することで広角走査レンズの小型化をも実現している。

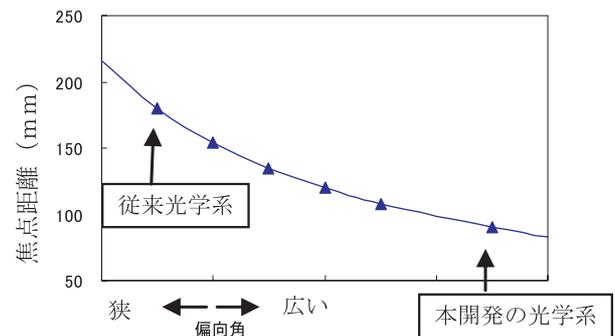


Fig.4 Relationship between deflection angle and focal distance

2.2 ポリゴンミラーの小型化

ポリゴンミラーを小型化する為には、偏向角に対してポリゴンミラーの内接円径とミラー面数を最適化する必要がある。magicolor2400シリーズでは内接円形20mmの小型のミラーを採用することで、光学ユニットの小型化と走査レンズの小型化に寄与している。

2.3 低コストポリゴンモーター

ポリゴンモーターは、コストにおいて光学系ユニットに占める割合が高く、低回転用のオイル動圧軸受けの汎用的なモーターを採用する必要があった。今回、光源にアレイLDを搭載し、ポリゴンモーターの回転数を低減させることにより、汎用的なモーターの採用を可能にしている。

2.4 光源光学系

光源光学系に回折型光学素子を用いることで従来のコ

リメータレンズとシリンダレンズをひとつの光学素子で複合化させている (Fig. 5)。

光学素子の複合化により光学系ユニットの小型化に寄与していることは言うまでもないが、Fig. 6 で示す通り、温度変化時のデフォーカス量は、樹脂の光学素子を用いているにもかかわらず、ガラスレンズ並みの性能を引き出すことに成功している。

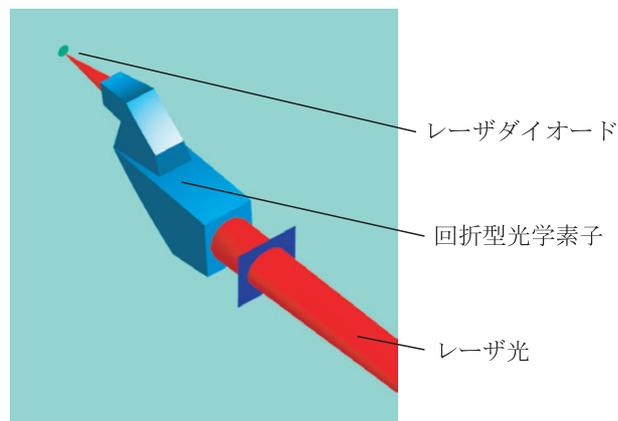


Fig.5 An optical system featuring a laser source

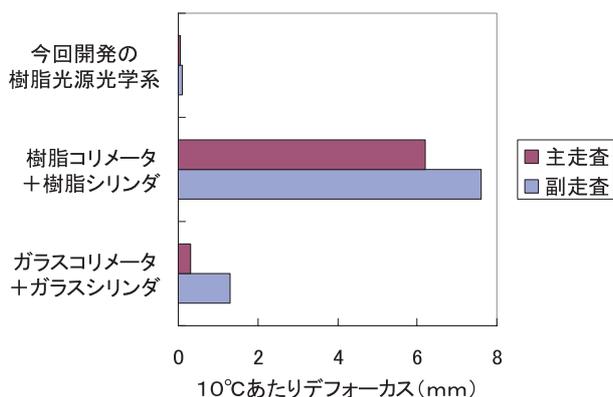


Fig.6 A defocus of the optical system

3 上方排気システム

様々な部品を高密度に配置したプリンタ内部の冷却と、ユーザに不快感を与える熱気の水平方向排気を無くした上方排気システムの両立について説明する。

3.1 全体レイアウトの見直し

レーザープリンターには、

- ① 熱定着器
- ② 電源ユニット

の二つの主な熱源があり、定着器周辺や電源ユニット内の素子を冷却する必要がある。それぞれのユニットの発熱量は定着器>電源ユニットであるため、従来機では

定着器の熱が電源ユニットに影響を及ぼさないように両者を離れた位置に配置していた。二つのユニットを冷却した空気は別々の経路で機械背面の排気ファンに導かれ、そのままプリンタ後方に排出していた。

この従来機の基本構成を踏襲してもスペース上の制約が無く、冷却ファンとエアダクトを自由に配置することができれば排気を機械上方から行う変更は容易である。

しかし、本機の目標容積では従来機が使用していたエアダクトのスペースすら削減する必要があり、プリント速度のアップに伴って増加する発熱量をどのように冷却するかが大きな技術課題となっていた。

今までの冷却方式では上方排気のコセプトと小型化の両立は不可能であるため、製品全体の冷却方案を根本的に見直し以下の構成を考案した。

- ・電源ユニットと定着ユニットを上下二階建て配置とし、電源を冷却したエアで定着器を冷却する。

二つのユニット間には絶対的な温度にも差があり、電源<定着器なのでこの構成で冷却が可能である。具体的にはFig. 7 のように定着器の直下に電源ボックスを配置し、まずこれに直接冷気を吹き込み電源ユニットの冷却を行う。

電源を冷却したエアは電源ボックス内で向きを変え、上部に抜け定着器周辺を冷却して上カバーの面積の広いルーバーからゆっくりと排出される。エアの流れは熱対流に逆らわず、下から上への経路になるため非常に冷却効率が良い。

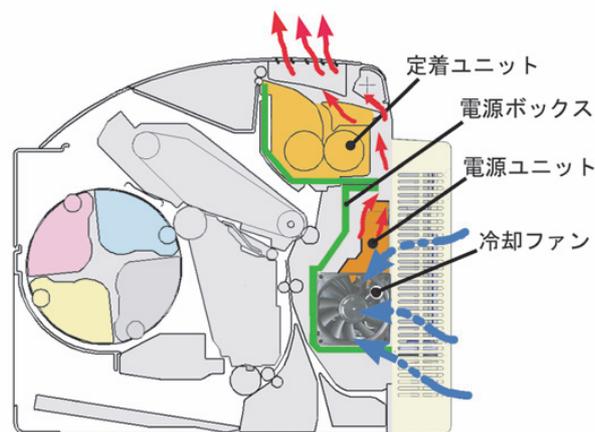


Fig.7 Basic structure of an upward directed exhaust system (A bottom-to-top flow cools the system.)

この構成により、従来機では二系統必用であったエア経路が一系統に整理されたうえ、電源ボックスをエアダクトとして利用できるため、専用のダクトとそのスペースが不要になり、小型化とコストダウンに大きく貢献している。

冷却性能も従来機の排出ファン方式に比べて冷気が効率良く発熱部に到達するために向上し、少ない風量で冷却が可能である。

本機では従来製品よりプリント速度を25%高速化して発熱量が増大しているにも関わらず、ファン風量は40%削減でき、低騒音化に寄与している。

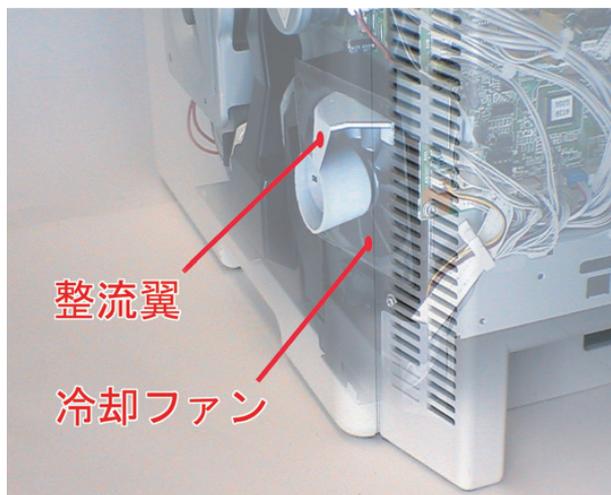


Fig.8 A flow control wing at the in-drawn fan
(A transparent image of the internal structure)

3. 2 冷却ファンのインサイド配置と吸気部分の工夫

冷却気の取り入れ側にも様々な工夫を盛り込んでいる。

壁への密着配置を可能にするため、冷気を取り入れ口は電源ボックスに取り付けたファンの真横のカバーではなく、ファンから離れた機械後部のカバーを一段落とし込み、そこに配置している。

この位置であれば、壁に囲まれた環境でも冷却性能が確保できるので、ユーザは設置に際して上カバー開閉に必要なスペースだけを確保すれば良く、特に冷却効率に配慮していただく必要が無くなった。

この構成はファンを機械奥深くに収納し、ファンの騒音が外部に漏れるのを防ぐ狙いもある。ファンのみが音源となるアイドル状態の騒音と比較すると、ファン風量の低減効果と合わせ騒音値は従来機の38dbから31db（実力値）へと大幅に低下している。

ただ、このようにファンを狭い本体内部に配置すると通常は吸気性能が大幅に低下する。本機ではファン性能を落とさないように、外装内面に整流翼を設ける（Fig. 8）など、流体力学的な配慮も随所に行い必要な冷却性能確保に成功している。

4 パッケージング技術

製品開発の検討を開始した当時、前任機であるmagicolor2300シリーズはコンパクトな点が大変好評で

あった。これに続く次機種は、好評なコンパクト設計をさらに促進するとともに消耗品交換、ジャム処理のユーザ操作を含めた設置スペースの削減と、フルフロントアクセス実現による操作性向上を目標に掲げて開発を開始した。

magicolor2300に搭載している各エレメントの小型化検討、正面をどの面にするのか、などいろいろ検討を加えたが、なかなか上記目標を達成できる構成を見出せずにいた。

このような模索をしている中、前述の広角光学系ユニットがmagicolor2400への搭載目処が立ってきた。広角光学系ユニットに置き換えレイアウト検討を重ねていくと現像ロータリーラック、給紙ユニットと感光体ユニット3つの間の空いたスペースにすっぽりと収まるレイアウトが出来上がり、驚くほど小さい断面図が完成した。

しかし、次に消耗品交換とジャム処理の操作性が課題となった。これまでの製品開発の中では、操作性を向上させることは、これらの操作を各方向からアクセスするほうがよいとされてきており、小型化と操作性の向上は相反する要求であった。

まずは、ユーザのアクセス頻度が高い順に操作がやり易い前側に配置していった。プリントされた用紙を積載するトレイ、用紙を補給する給紙トレイ、トナーカートリッジの交換性とここまでは順調にレイアウトが進んでいく。

残ったのは、それほど頻度は高く無いもののユーザ心理として大変煩わしいジャム処理とドラムカートリッジの交換、ここで大きな壁に突当たった。転写ユニットがそのアクセスルートの大きな障害となっている。ドラムカートリッジを横から交換する案も浮上したが、フルフロントアクセスへのこだわりから採用を見送った。

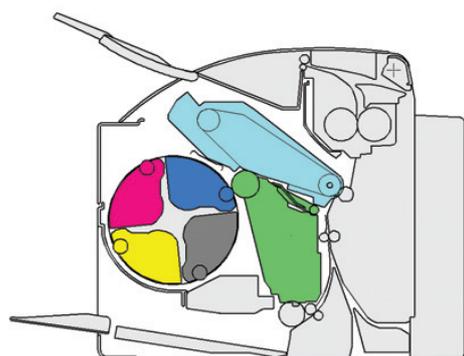
転写ユニットを外してから交換する案、転写ユニットドラムカートリッジを一体にして交換する案も検討されたが、どれも操作性に問題があり納得できるものでは無かった。

転写ユニットを何とか本体に残し、ドラムカートリッジを着脱可能にし、その交換とジャム処理を容易にできないか構成検討を重ねた。上カバーに転写ユニットを取り付けた状態で上カバーの開閉支点を機械の最後部上方に設けると、転写ユニットが他の構成物に干渉することなく開閉できることがわかった。転写ユニットを取り付けた上カバーの操作感も負荷軽減のバランサー機構を設けることにより解決できた。

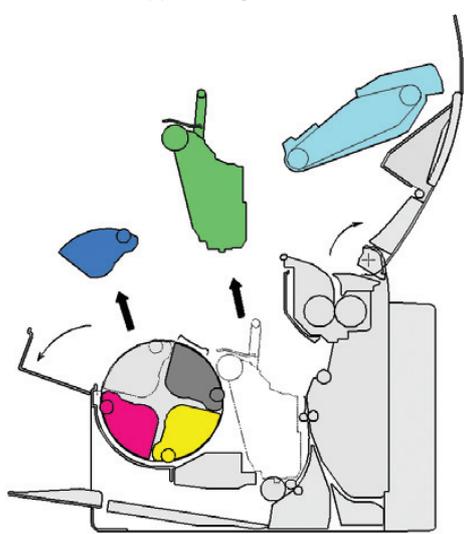
実際にモックアップを作成して操作を行ったところ片手で感光体ユニットを容易に取り除くことができ、またそこには十分に手が入り、ジャム処理可能な広い空間が確保されていることが確認できた。

一方で、機械の開閉部を前面に集中させることにより、構造体の強度が確保され、補強部材を必要としない

ため、高密度に各ユニットが配置可能となっている。
(Fig. 9)



(a) Working condition



(b) An exchange of consumables, the jam clearing

Fig.9 An explanation of the operation

また、開閉操作が3面ある前述の従来機では、電源、制御基板および駆動列が後面に集中せざるをえなかったために、それぞれの大きさの制約により効率的な配置ができなかったのに対し、magicolor2400では、開閉が無い



Fig.10 A comparison of dimensions of magicolor2400 and 2300
(The red line shows the outline of the magicolor2300.)

残りの3面に各々を配置、左側面に高压電源基板、右側面に駆動列、後面に低压電源と制御基板とし、高効率配置している。例えば、高压電源基板では、実装面を機械内側に向け実装された背の高い部品を構造体板金に切り欠きを設け、その中に入れ込み、無駄な空間を削減している。

以上のような構成検討により、目標とした操作性向上、フルフロントアクセスそして従来機に比較して約44%の必要設置面積の削減という小型化を達成することができた。(Fig.10)

5 上カバー一体式転写ユニット

上述したようにフルフロントアクセスの実現の為に転写ユニットを上カバーと一体にする必要があり、転写ユニットとしては以下の課題に取り組んだ。

- ・転写ユニットを軽量化して上カバーの開閉性を向上させる。
- ・上カバー開閉時に転写ユニットが反転しても内部のトナーが落下することを防ぐ。

転写ユニット軽量化のために、転写ユニット内の転写ベルト張架ローラをmagicolor2300シリーズに比べて小径化するとともに、薄肉化を実施した。それにより従来比約55%の重量を実現した。しかし、転写ベルト張架ローラを小径化するとベルトの屈曲が大きくなり、ベルトがクリープ変形(永久変形)しやすくなるため、転写性能に悪影響を及ぼす。そのため、クリープ特性を従来より2倍以上改善した新規転写ベルトを採用した。

また、転写ユニット内部のトナーが機内に落下するのを防ぐために、トナーがクリーナユニット内壁面に堆積するのを防ぐとともに、反転しても堆積したトナーが漏れない機構を採用している。

本機は転写ベルト上に4色のトナー像を1周ずつ重ねて4周でフルカラーの画像を形成し、その画像を転写紙に転写した後、転写しきれなかった転写残トナーをクリーナユニットで清掃する。そのため、画像を転写ベルト上に重ねている間はクリーナユニットをベルトから離間する必要がある。クリーナユニットを離間すると、クリーナブレード下流側にクリーナユニット内部のトナーが流出して、クリーナユニット内壁面に堆積する。その防止策として、従来はFig.11(a)のようにクリーナユニットにトナーを吸引するエアダクトと、本体側にはファンを有しており、高価で大型化していた。しかし、本機はFig.11(b)に示すように、以下の3つの方策で吸引ファンの廃止を実現した。

- ①クリーナ上流側の風の流れをカットしてトナーが下流に流出しないようにするエアカットシールの設置
- ②中間転写ベルト上のトナーの帯電極性を一定にしてトナーが流出しないようにする帯電シートの設置

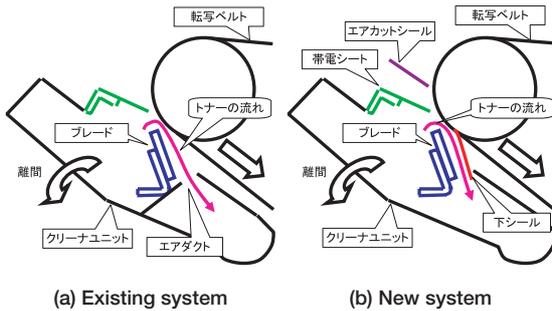


Fig.11 Toner flow while the cleaner unit is detached.

③ブレードがベルトから離れた瞬間にブレード下流へのトナーの流れを防止する下シールの採用

しかし、それでも少量のトナーはクリーナユニット内壁面に堆積する。そのため、Fig.12のように上カバーの開閉で転写ユニットが反転する時に、トナーが堆積しているクリーナユニット内壁面の下流にある遮蔽シールが起き上がって転写ベルトに当接し、反転しても堆積したトナーが漏れないようなトナー落下防止機構を採用している。

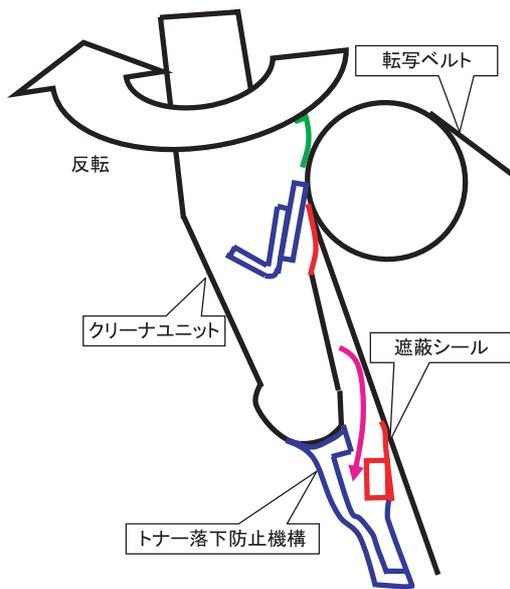


Fig.12 A structure to prevent toner loss

6 まとめ

以上のように本製品は新たな価値の提供を実現するために、超小型光学ユニットの技術を基に、パッケージング技術による本体の小型化、および上方排気システムと上カバー一体式転写ユニットの開発により真のフルフロントアクセスと世界最小の必要設置面積の実用化を果たし、新たなユーザーを惹きつけるものになったと考える。ただし更なる小型化への挑戦は、そこにユーザーのニーズ

がある限り、絶え間なく前進していかねばならない課題であり、また技術の進歩の限界は、設計者自身の内なる壁として存在するものであり、それを自ら打破し、今後の製品においても常にチャレンジして進めていきたいと考える。

7 謝辞

magicolor2400シリーズは上述した項目のみならず、その他多くの関係者による数々のアイデアの実現によって成り立っており、「世界一のカラーLBP」を造ろうという関係者一同の熱意とチャレンジ精神の結集によるものだと考えております。

これまで携わってこられたすべての方にこの場をお借りして深く感謝致します。