

次期モノクロミッドプロダクションプリンターにおける 生産性と信頼性向上技術

Heightened Productivity and Reliability in a Next-Generation B/W Mid-Production Printer

岡野 信彦* 木村 丈信* 川上 創*
Nobuhiko OKANO Takenobu KIMURA Hajime KAWAKAMI
楠 貴大** 梶島 浩貴*
Takahiro KUSUNOKI Hirotaka KABASHIMA

要旨

コニカミノルタは、2017年度第4四半期にハイエンドモノクロプロダクションプリント向けのフラッグシップ機を発売予定である。

プロダクションプリント用途では、お客様の厳しい要求に応えるべく、印刷機の高生産性と高画質に加え、画質の安定性と高信頼性が重要視される。

感光体周辺プロセスでは、高い生産性を達成するために、感光体の帯電極のグリッド形状を変更することによる帯電効率の向上と、帯電極内のエアフローの改善を行い、新規感光体の採用により、感光層摩耗による電位変化を抑えたことにより、感光体電位安定性を長期間に渡り向上させた。また、現像剤は新規コア材と新規材料のコート層を採用することにより、長期間にわたり安定した帯電量を確保することができた。更に、画像安定化制御により、現像剤劣化の予測制御と感光体表面電位からトナー量を制御することで、画像濃度の安定性を向上させた。また、クリーニングブレードに付着するトナーによる画像汚れを防止するために、新規制御を搭載した。

転写プロセスでは、転写ベルトの抵抗値を上げて、転写ベルト内の転写電荷の拡散を抑制し、先端画像欠損量を抑えつつ、供給紙の安定した分離性能を確保して、紙詰まりによる信頼性低下の抑制を図った。

定着プロセスでは、定着ヒーターに異配熱3本ヒーターを採用し、定着ローラーの温度均一性と安定性を向上させるとともに、高生産性時での確実な定着性の確保と、消費電力の削減を両立した。

次期モノクロミッドプロダクションプリンター（以下、本製品）は、生産機として必要な高い生産性を実現し、信頼性を向上させダウンタイムを低減するとともに、消費電力削減による環境負荷低減にも貢献するマシンである。

Abstract

In the fourth fiscal quarter of 2017, Konica Minolta will launch its flagship next-generation B/W mid-production printer.

The hallmarks of this printer are its heightened productivity and low environmental impact. To satisfy the stringent demands of today's customers, the fine and stable image quality, steady operational reliability, and shortened downtime offered by this printer boost productivity, while low power consumption minimizes environmental impact.

In the peripheral process of the photoreceptor, an array of eight technologies combine to achieve high productivity. 1) An improved grid shape of the electrode for charging the photoreceptor increases charging efficiency. 2) Airflow in the charging electrode is improved. 3) A new photoreceptor reduces change in electric potential caused by photoreceptor wear, thus increasing the long-term stability of the photoreceptor potential. 4) A new core material and 5) a special coating layer material for the developer work to secure long-term stability of the charge. 6) Image stabilization control improves the stability of image density so that developer deterioration can be anticipated and the amount of toner can be controlled by the surface potential of the photoreceptor. 7) A novel control method and cleaning blade avoid toner contamination of the image. Finally, 8) in the transfer process, the increased resistance of the transfer belt suppresses diffusion of the transfer charges through the transfer belt, making for easy paper separation from the photoreceptor.

Power consumption in the fixing process has been minimized through the use of three separate heaters with differing degrees of heat distribution to heat the fixing roller. This allows matching the greater or lesser power expenditure required with the size of the paper used, thus minimizing both power consumption and the printer's environmental impact.

* 情報機器開発本部 画像技術開発センター 第1プロセス開発部
** 情報機器開発本部 第1製品開発センター 第11製品開発部

1 はじめに

コニカミノルタは1999年にモノクロ75枚機のSitios 7075をオンデマンド印刷市場に投入した以降、モノクロプロダクション市場に求められる高画質と高安定性、そして幅広い印刷用紙の対応力を兼ね備えたモノクロ125枚機のbizhub PRESS 1250を2012年に市場投入し、モノクロのミッドプロダクション領域でのシェア拡大を図ってきた。このbizhub PRESS 1250を母体機として、オフセットトランスファーの加速を目指したフラッグシップ機を市場投入する。

本製品は、オフィスで多用されるA4サイズの生産性を向上させるだけでなく、特に印刷業界で多用されるA3以上の大サイズ紙の生産性を向上させた。また、前任機であるbizhub PRESS 1250シリーズに対して、印刷物として重要視されるページ内濃度均一性と濃度安定性を向上させ、用紙分離性能を向上させて生産性低下を抑制した。

近年では、省エネルギーへの関心が高くなっており、国際エネルギースタートプログラム（以下、エナジースター）への対応が重要視され、エナジースターの基準値への適合は必要不可欠となっており、本製品は、定着プロセスの改良によって適合した。これらの結果、お客様が高い満足度を得られる高生産性、高安定性、低消費電力を兼ね備えたマシンを提供することができた。

本稿では、高生産性と高信頼性を達成するために開発した電子写真プロセス技術について紹介する。

2 感光体周辺プロセス

本製品では前任機bizhub PRESS 1250の125枚/分から更に生産性を向上するため、高効率と高い電位安定性を兼ね備えた帯電プロセスの開発を行った。またクリーニング部からの汚れ抑制技術を採用、寿命や環境の変動に対して信頼性を確保するための感光体、現像剤の採用、画像濃度センサーの汚れ防止機構により高生産性と高信頼性を両立させている。感光体周辺プロセスの断面図をFig. 1に示す。

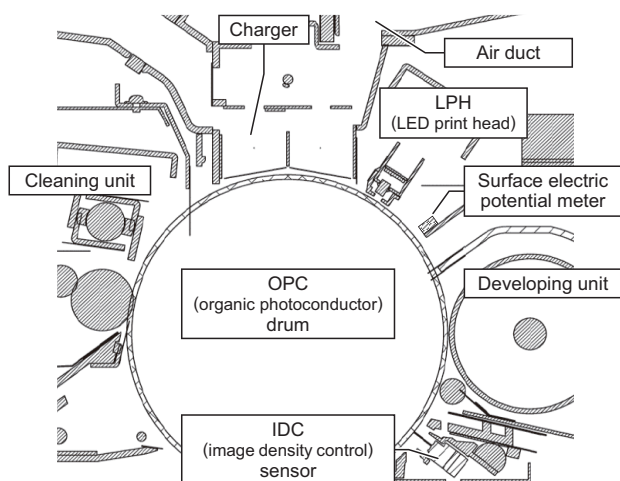


Fig. 1 Cross-sectional view of image forming section.

2.1 帯電プロセス

本製品では生産性を向上させるため、帯電プロセスにおける感光体への電荷付与効率を高める必要があった。

本製品の帯電極は、スコロトン帯電極を採用しており、効率アップの手段として、帯電のグリッド電極の形状を平面からV字型に変更した (Fig. 2)。

V字型のグリッド電極では感光体とグリッド電極の距離を近づけることができるため、放電ワイヤーから放電された電荷が感光体に到達しやすくなり帯電効率が向上する。しかし、グリッド電極を近づけることによって、電極の使用にともない付着する紙粉やトナー等の汚染物質に起因する放電ムラの影響を受けやすくなり、画像濃度ムラが発生しやすくなる懸念があった。

そこで、帯電プロセス開発においては、放電電流に対する感光体電位の安定性に着目し、放電ワイヤー位置、感光体とグリッド電極の距離、グリッド電極の開口率等のパラメータを最適化することによって、帯電効率向上と放電安定性の両立を達成した。

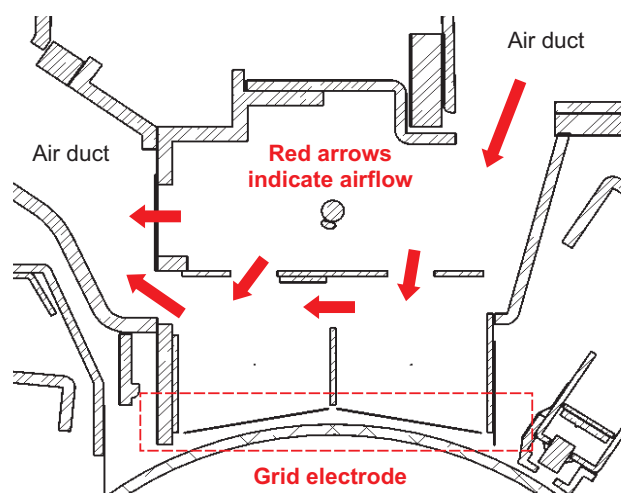


Fig. 2 Charging corona unit and air duct.

また、帯電極の汚れを抑制するには、電極内の風の流れを制御し、汚れを取りこまないようにすることが望ましい。

帯電極では放電により発生するオゾンを通して機外に排出する排気用のダクトを設けている。Fig. 2に本製品の帯電ダクトを示す。ダクト内に紙搬送経路から紙粉が侵入すると、電極に紙粉等の汚れが付着し、放電ムラが発生する。そこで、本製品ではダクトへの吸気経路を紙搬送から完全に分離し、機外のフレッシュエアーを直接送り込む構成として紙粉の侵入を低減した。また、帯電極内の吸気、排気バランスの最適化により、放電により発生したオゾンの機内への拡散や滞留を抑制しつつ、機内に浮遊しているトナーや紙粉の侵入も低減した。

これにより長期間の使用においても放電ワイヤーへの汚れ付着によるワイヤー径の太りを低減することができ、画像不良の発生を防止することができた (Fig. 3)。

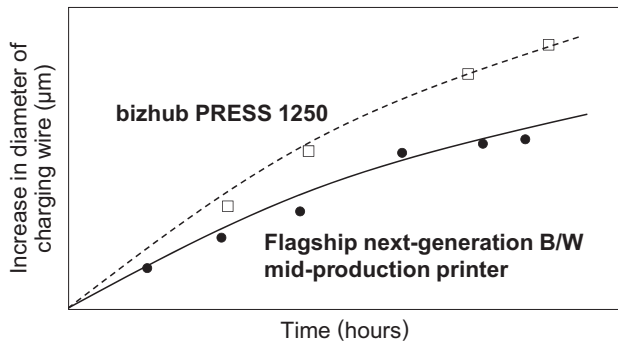


Fig. 3 Increase in charging wire diameter over time due to accretion of contaminants such as air-borne toner and paper dust.

2.2 クリーニング部での汚れ防止技術

感光体クリーニングプロセスでは、ブレードエッジ付近の付着トナーによる画像汚れを防止する制御を新たに搭載した。

クリーナーはブレードクリーニング方式を採用しているが、ブレードから僅かにすり抜けたトナーや両サイドの端部シールから飛散して付着したエッジ付近のトナーが、ブレードと感光体の電位差によって感光体側に移行し、紙上に汚れが発生する。ブレードエッジに付着するトナーは、転写電界の影響により逆極性に帯電された正極性トナーであることが確認できたため、本製品では、感光体上に電界で積極的に付着させ、クリーニングブレードにて回収するブレードクリーニングモードを設けている。

感光体を帯電し負極性の電荷を与えると、ブレードは感光体からの影響を受け、徐々に負極性に帯電し感光体よりもやや低い電位に飽和する。飽和点に近づくにつれ、感光体とブレードの電位差は徐々に小さくなるため、帯電開始時に最も正極性のトナーが移動しやすい電界となる (Fig. 4)。ブレードクリーニングモードでは、非画像形成時に負極性の矩形電位を感光体に与えることで、感光体とブレードとの電位差を積極的に大きくしている (Fig. 5)。これにより、効率良くトナーを感光体側に移行させてブレードで回収することで、画像上の汚れを防止することができた。

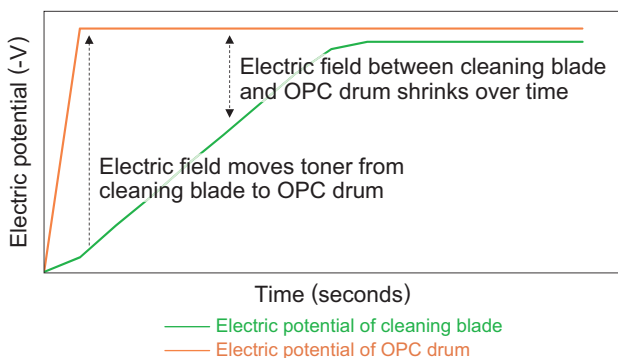


Fig. 4 Electric potentials of the OPC drum and cleaning blade from the start of charging the OPC drum. The electric field is largest at the start of charging the OPC drum and grows smaller over time.

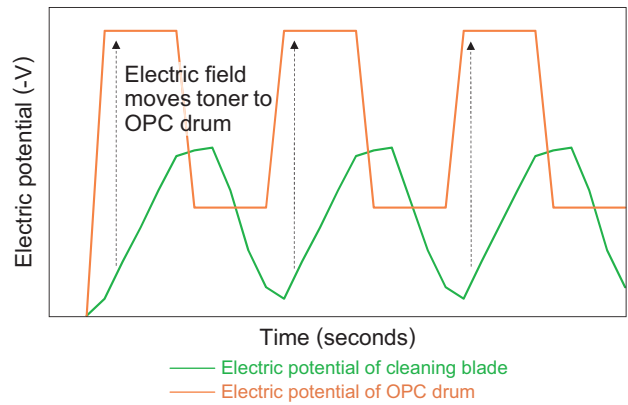


Fig. 5 Change of electric potential in the cleaning mode.

The OPC drum is charged in a square waveform manner, and a strong electric field is repeatedly created between the OPC drum and the cleaning blade. This electric field effectively moves toner from the cleaning blade to the OPC drum.

2.3 新規感光体と現像剤の採用

感光体は、保護層の電荷輸送性を改善した新規な高硬度感光体を採用した。通常、電荷輸送性を改善すると耐傷、摩耗性が悪化するが、新規電荷輸送性材料を採用することにより、両者のバランスを高い次元で図ることに成功した。新規感光体により感光層摩耗による電位変化を抑えられるため、感光体の寿命は従来の1.2倍に向上した。

また、現像剤も長期使用におけるキャリア抵抗の変動と、高温高湿環境での帯電量低下を抑制した新規キャリアを採用した。キャリア抵抗は、トナーの帯電性を確保する上で重要であるが、長期使用によるコート層摩耗で変化する。この課題に対して、新規コア材を採用する事により抵抗変動を抑制した。また、コート層を空気中の水分の影響を受けにくい新規材料で構成することで、高温高湿環境での帯電量低下を抑制した。

これらにより、寿命、環境変化に対して安定した帯電量を確保できるため、現像剤の寿命も従来の1.2倍に向上した。

2.4 画像安定化制御

前任機のbizhub PRESS 1250シリーズでは、感光体上のトナー付着量を検知するIDC (Image Density Control) センサーがトナーや紙粉などによって汚染されるため、長期に渡って安定して検知性能を確保することが困難であった。

本製品で採用したIDCセンサー防塵システムとエアフローの変化を Fig. 6 に示す。給紙装置から流れ込む紙粉を含んだ風の流入風量を抑え (Point 1), IDCセンサー周辺に防塵壁を設けることで (Point 2), 検知面の汚染を防止している。防塵壁は、CAEによるエアフロー解析を用いて最適化した。IDCセンサー検知面の周囲に壁を設けることにより、検知面から離れた位置にエアカーテンが形成され、検知面への風の流れはほぼ遮断されていることがBeforeとAfterのエアフロー解析図の差からわかる。

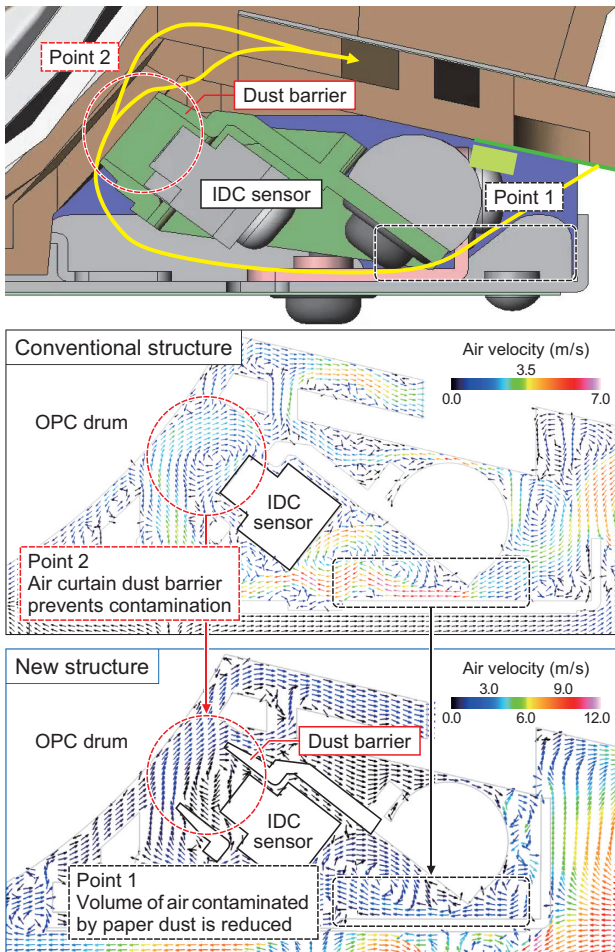


Fig. 6 Airflow in a conventional structure and in the new structure. Improved airflow reduces contamination by air-borne toner and paper dust.

キャリアは一般的に使用によってコート層が摩耗し抵抗が低下する特性があるため、摩耗が進むと現像電界でキャリアが現像されやすくなる。この現象により感光体へのダメージや用紙汚れが発生するため、本製品では、キャリアに掛かる電界を適正に保ちつつ、トナー量を制御するシステムを開発した。キャリアの劣化状態の予測からキャリア現像が発生しない電界強度を求め、画像間で感光体表面電位を監視しながら、感光体表面電位と現像バイアス電位を制御してキャリア現像を防止している (Fig. 7)。このシステムにより長期間に渡ってキャリア現像を防止しつつ、画像濃度の安定性を確保することができた。

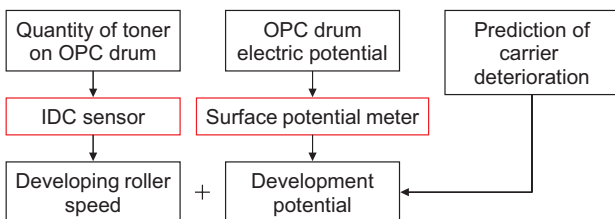


Fig. 7 Density stabilization control.

Fig. 8 に現像剤、感光体の長期耐久試験において、画像カバレッジ (Low/High) を変化させながら画像濃度安定性を確認した結果を示す。最高濃度、中間調濃度とも現像剤、感光体の寿命を通し安定している。

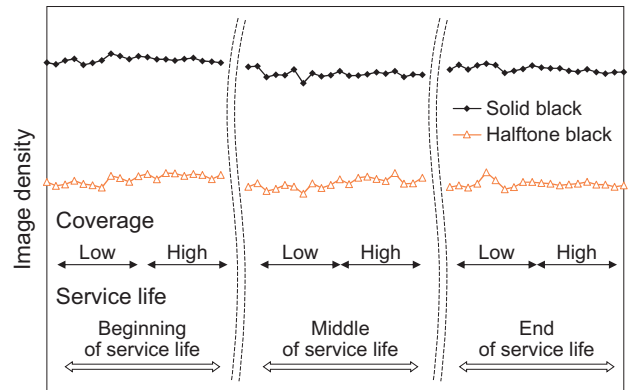


Fig. 8 Image densities measured during a photoreceptor and carrier durability test. Image intensities are seen to be constant throughout the durability test, both with solid black and halftone black.

3 転写搬送プロセス

前任機のbizhub PRESS I250シリーズは、ベルト転写方式を採用することで、通紙可能坪量40–350 g/m²の幅広いメディア対応力を持っている。Fig. 9 に転写部の断面図を示す。

しかしながら、環境が高湿になるほど水分の影響により、感光体からの用紙分離性が低下するため、用紙先端部の画像を欠損させて対応していた。

本製品では、転写構成は踏襲し、転写ベルト内での転写電荷の広がり抑制することで、高湿環境下でも用紙先端部の画像欠損の増加を抑えた上で、用紙分離性能を確保することができた。

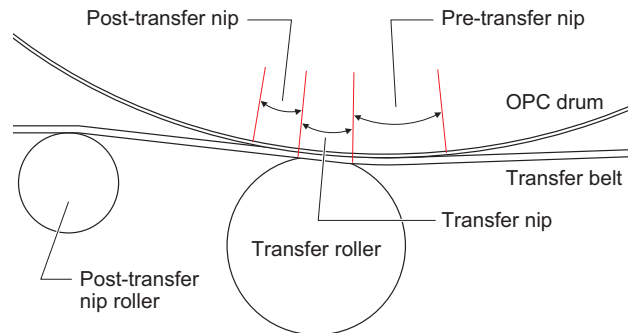


Fig. 9 Transfer nip.

3.1 転写電流印加制御の課題

前任機では裁断バリがある用紙の分離性を確保するため、Fig. 10 のように用紙先端に負極性の転写電流を印加した後、正極性に切り替えている。この負極性の電流を印加した用紙先端部はトナーが転写されないため、画像欠損部となる。

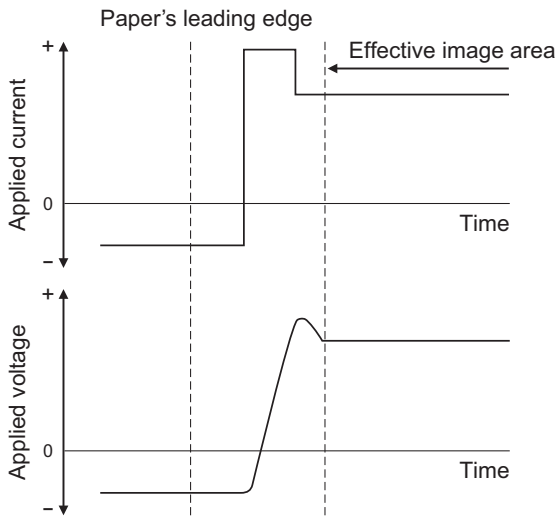


Fig. 10 Applied current and voltage.
A negative voltage is first applied to the paper's leading edge for easy separation from the OPC drum, and a positive voltage is then applied to the remainder of the paper to effect transfer of the toner to the paper.

高湿環境下で転写ベルトの抵抗値が低下すると、転写ベルト内での転写電荷の広がりにより、用紙先端に印加した負極性の転写電荷がトナーを転写するために切り替えた正極性の転写電荷により中和されてしまうため、用紙先端部の転写ベルトへの静電吸着力が低下し、感光体から用紙を引きはがす用紙分離性が低下する。Fig. 11 に用紙先端へ負極性の転写電荷を印加する時の分布と、負極性から正極性に切り替えた後の転写電荷の分布を示す。

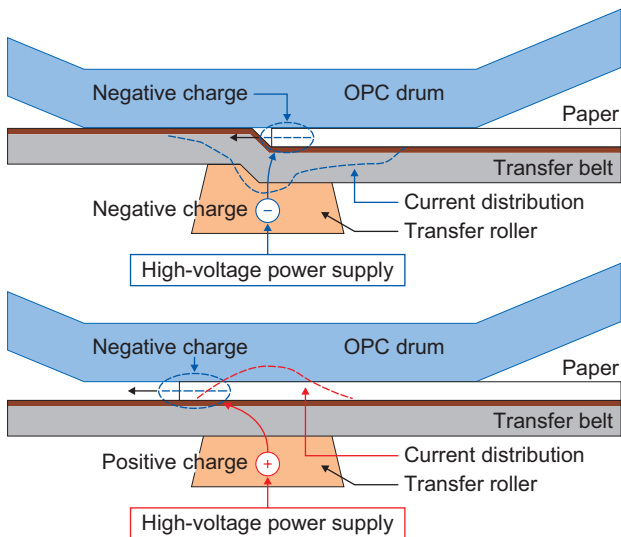


Fig. 11 Above: Current distribution when negative current is supplied to the leading edge of the paper. Below: Current distribution when positive current is subsequently supplied.
The leading edge of the paper is charged negatively for easy separation from the OPC drum. The remainder of the paper is charged positively to effect the transfer of toner from the OPC drum to the paper. If the positive charge spreads to the leading edge of the paper and decreases the negative charge, the paper is not easily separated from the OPC drum. In order to restrict the spread of the positive charge, the electric resistance of the transfer belt has been increased.

用紙先端の転写電荷の中和を抑えるために、前任機では、高湿環境下では正極性への切り替えタイミングを遅らせることで、用紙先端の転写電荷を維持させ、転写ベルトに紙を静電吸着させた状態で転写ニップを通過させている。しかし、正極性への切り替えタイミングを遅らせているため、用紙先端の画像欠損量が増加する。

3.2 用紙分離性向上技術

高湿環境下での用紙分離性の低下を抑制するには、用紙先端に転写電荷を維持することが有効である。転写ベルトの体積抵抗率を上げ、転写ベルト内での転写電荷の広がりを抑制することで、分離性能が向上する。

転写ローラーに印加された転写電流の転写ニップ内での電流分布を 30°C、80%RH の環境で測定した結果を、Fig. 12 に示す。横軸は転写ニップ中心からの感光体表面周方向の距離を表す。

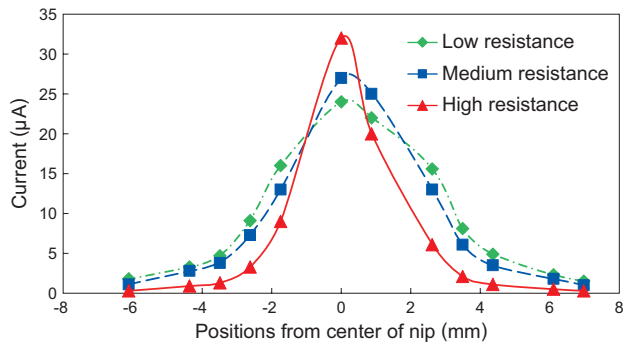


Fig. 12 Distributions of current in the transfer nip with transfer belts of differing resistance.

転写ベルトの体積抵抗率が高くなるにつれて、電流分布がシャープになっている。すなわち、転写ベルトの高抵抗化により、転写ベルト内での転写電荷の広がりが抑制されていることがわかる。

転写ベルトの体積抵抗率を上げることによる分離性能改善効果の確認を 30°C、80%RH の環境下で、先端転写切り替えタイミングに対する用紙分離性を、用紙 A と用紙 B で確認した結果を Fig. 13 に示す。

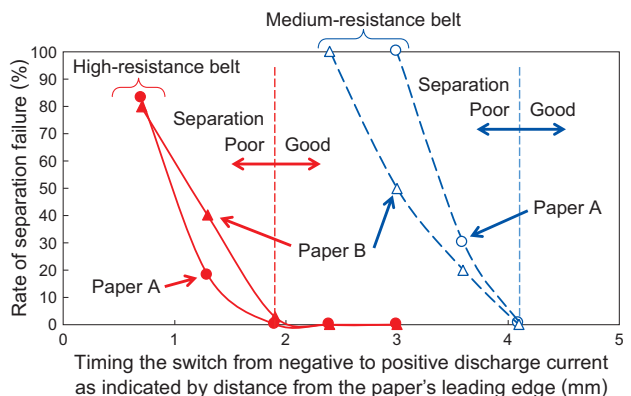


Fig. 13 Rate of separation failure for high- and medium-resistance belts.
With a high-resistance belt, only a small portion of the paper's leading edge need be charged negative.

bizhub PRESS 1250シリーズで採用していた中抵抗ベルトでは切り替えタイミングを4mm以上に設定する必要があったが、本製品で採用した高抵抗ベルトでは2mmまで切り替えタイミングを早くすることができ、画像欠損量を抑えつつ、用紙分離性能を確保できた。

4 定着プロセス

Fig. 14 に本製品の定着部の基本構成を示す。本定着部は、高生産性、高信頼性、メディア対応力、低コストの観点から、ローラー定着システムを採用している。定着ローラーを加熱するためにハロゲンヒーターを内部に配置し、加圧ローラー表面を効率的に加熱するために加圧ローラーに外加熱ローラーを当接させた構成である。

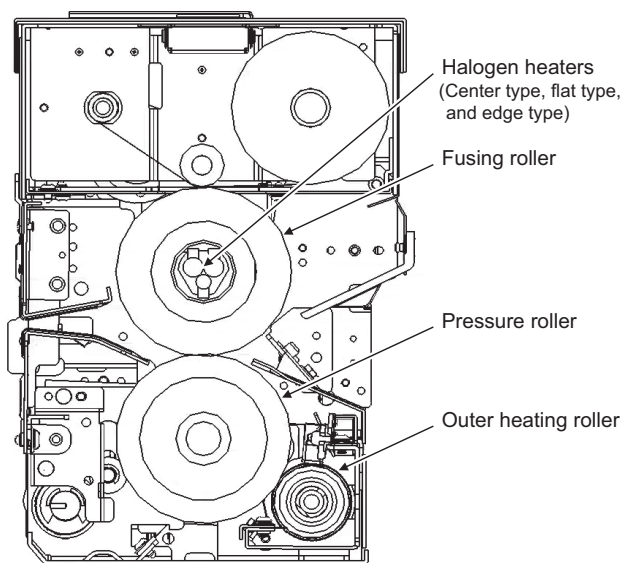


Fig. 14 Fusing unit.

本製品の定着プロセスでは、効率的な熱供給を可能にした異配熱3本ヒーターを採用することで、生産性向上に伴う、定着ローラーの温度変動を低減することができた。また、省エネルギーにおいてもエナジースターがあり、その中でMFP(複合機)、プリンターの消費電力を示す指標としてTEC (Typical Electricity Consumption) 値が定められている。省エネルギー対応のために、異配熱3本ヒーターの制御の適正化によってTEC値の削減を行った。

4.1 高速化対応

前任機搭載の定着システムでは、同配熱2本ヒーターをON/OFF点灯制御して、中央に設置した1つの温度センサーで温度制御を行っていたが、生産性向上に伴い、定着ローラー温度変動の増大やプリント開始時の温度低下量の増大などの課題が発生した。

本製品と前任機 (bizhub PRESS 1250) の温度変動を Fig. 15 に示す。本製品では、中央配熱型、全幅均一配熱型、端部配熱型の配熱分布を持つ異配熱3本ヒーターを採用

した定着システムにすることにより、中央と端部に設置した温度センサーで中央と端部の温度を独立に制御し、定着ローラーの温度変動を前任機に対して約54%低減することができた。これは、前任機の高速化から想定される変動に対しては、約64%低減に相当する。さらに、本製品の点灯制御は、ハロゲンヒーターへ供給するAC電流を半波単位でONとOFFを切り替えながら点灯比率を変えるHCD (Half Cycle Duty)²⁾制御技術も備えており、ヒーター点灯制御からも定着ローラーの温度変動を低減した。

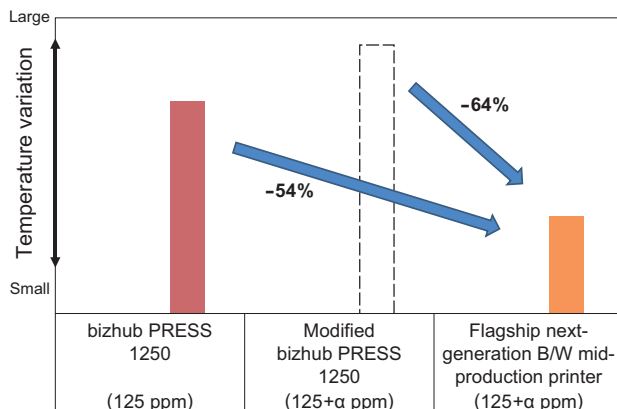


Fig. 15 Range of temperature variation of the fixing roller.

4.2 省エネルギー対応

異配熱3本ヒーターの定着システムでは、定着ローラーの中央と端部の温度を独立に制御することができるため、非通紙部に無駄な熱供給を抑え、ヒーターの消費電力を削減することができる。異配熱3本ヒーターの電力配分は、使用頻度の高い紙種、紙坪量の時には中央配向型ヒーター、端部配向型ヒーターで必要な温度を維持できるように設定した。また、HCD制御によって、プリント中の消費電力は、ハロゲンヒーター点灯時の突入電流を抑えると同時に温度リップルも小さくでき、消費電力の削減に寄与している。

本製品と前任機のTEC値を Fig. 16 に示す。本製品では、前任機 (bizhub PRESS 1250) に対して約15%削減した。これは、前任機の高速化から予測されるTEC値に対して約22%低減に相当する。

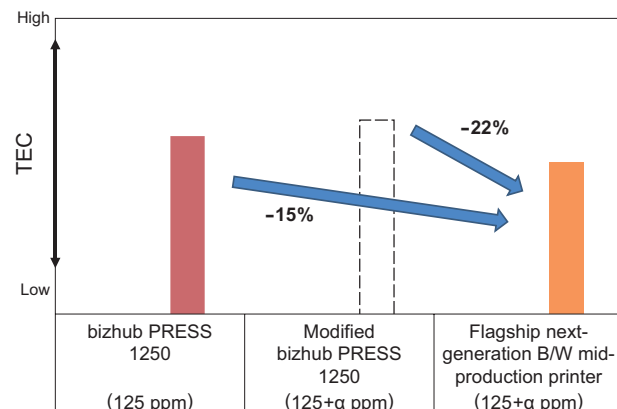


Fig. 16 TEC (typical electricity consumption).

5 まとめ

本製品は、今後も成長が期待できるハイエンドモノクロプロダクション市場において、多種多様な印刷を大量に処理したいというお客様のニーズに応えるべく、クラス最高の生産性と安定した印刷品質を提供することを実現した製品である。

高い生産性を実現するため、感光体周辺プロセス、画像安定制御、転写搬送プロセス、定着プロセスを見直すことと、前任機に対して、生産性と信頼性、画像安定性を向上させた製品を提供することができた。

今後も、我々プロダクションプリント製品開発に携わる開発者は、お客様のニーズに応える製品を提供し続けるために、新たな技術の開発に取り組んでいきたい。

●参考文献

- 1) 岡野信彦, 小松徹, 中村将雄, 平野祥子, 宇井真, “bizhub PRO 1200 の高画質, 紙種対応技術”, KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 7, 93-98 (2010)
- 2) 小野寺正泰, 川上創, 高橋克典, 岡本晃, “次期モノクロライトプロダクションプリンターにおける省エネルギー定着技術”, KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol. 13, 8-11 (2016)