

# フルカラー複合機のイメージングユニット長寿命化技術

Bringing Longer Life to the Imaging Unit of a Full Color MFP

酒 向 峰 行\*      坂 本 和 洋\*      吉 本 真 一\*  
Mineyuki SAKO      Kazuhiro SAKAMOTO      Shinichi YOSHIMOTO  
草 壁 一 史\*      川 崎 智 広\*  
Kazushi KUSAKABE      Tomohiro KAWASAKI

## 要旨

オフィスターゲットとしたフルカラー複合機では現像ユニット、感光体、帯電器、クリーニングを一体交換できるイメージングユニットで構成して、交換の利便性を図っている。コニカミノルタはオフィス向けフルカラー複合機を2000年に市場投入して以来、イメージングユニットの長寿命化に取り組んできた。

取り組んだ技術としては、現像ユニットの循環攪拌系を見直すことによる現像剤へのストレス低減、鋸歯電極を用いたスコロトロン帯電器における電極の形状変更による劣化の低減、機械的強度の強いオーバーコート層を有する感光体ドラムの採用、外添材として滑材を含有するトナーの採用、及びクリーニングブレードの変更によるブレードエッジ磨耗の低減などである。

上記取り組みを通じて、2000年当初と比較して今日までに3倍以上のイメージングユニットの長寿命化を実現した。この成果は、製品のライフサイクルの観点から、機械構成物の廃棄量の低減による地球環境の保全に貢献するものである。

## Abstract

Konica Minolta's full color multifunction printers (MFPs) bring convenience to the office by combining the developing unit, photoconductor, charging device, and cleaning device into a single imaging unit that can easily be replaced when need be. To provide longer service, Konica Minolta has continued to extend the service life of the imaging unit ever since introducing its first full color MFP in 2000.

This extension of service life is accomplished through a number of technologies. Physical stress on the developers in the developing unit is decreased by optimizing the mixing process. Pollution stemming from the pin array electrode in the scorotron charger is reduced by remodeling the electrode. Greater resistance to photoconductor drum wear is achieved by an overcoat layer on the drum exhibiting higher mechanical strength. And edge wear on the cleaning blade is decreased by both employing a lubricant additive in the toner and by optimizing the characteristics of the cleaning blade itself.

Through these technical accomplishments, we extended the service life of the current imaging unit over three times longer than our original imaging unit. Besides pleasing MFP users, this extended life contributes to global environment conservation by reducing mechanical composition waste volume throughout the life cycle of the MFP.

\* 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

## 1 はじめに

西暦2000年を前後して、モノクロ複合機の置き換えを狙ったオフィス向けフルカラー複合機が各社より上市された。以降、フルカラー複写機および複合機は好調に普及を続け、今日、カラー複写機、複合機は国内出荷台数ベースでモノクロ機を超え、6割に達している(社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会自主統計、2008年8月現在)。コニカミノルタにおいては、紙出力生産性が高いタンデム方式を採用したフルカラー複合機 DiALTA Color CF2001 (以降CF2001と記す)を2000年に市場投入し、以降改良を重ねた商品群を提供し続けている。タンデム方式とはイエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの4色の画像形成をそれぞれ別の現像ユニットや感光体などを用いて行う方式である。CF2001以降コニカミノルタでは、前記現像ユニットや感光体などが、色ごとに一体的に構成されたイメージングユニットとすることで、寿命時の交換利便性を図っている。このイメージングユニットはトナーボトルとは別体で構成されており、トナーボトル内のトナーを使いきった後であっても、継続使用が可能な寿命を確保している。

CF2001の基本構成を踏襲し、高速化と機能向上を図ってきた製品群をTable1に記す。CF2001以降、2002年にDiALTA Color CF3102 (以降CF3102と記す)、2004年にbizhub C350 (以降C350と記す)、2005年にはbizhub C450 (以降C450と記す)、そして2007年にはbizhub C550, bizhub C451, bizhub C650 (以降C550, C451, C650と記す)を市場投入した。

イメージングユニットの長寿命化は、機械構成物の廃棄量を低減し、環境負荷を低減する効果があるが、そのためには、ユニットを構成する全ての機能部品において、

Table 1 The advance of MFP print speed

MFP	Year introduced	Print speed (pages per minute)	
		Full-color	Monochrome
DiALTA Color CF2001	2000	20	20
DiALTA Color CF3102	2002	31	31
bizhub C350	2004	22	35
bizhub C450	2005	35	45
bizhub C550	2007	45	55
bizhub C451	2007	45	45
bizhub C650	2007	50	65

劣化、減耗、汚染に起因する機能低下を抑制する技術を搭載する必要がある。コニカミノルタのイメージングユニットの寿命の進歩としては2007年のC550の発売時点で、2000年と比較して、3倍以上の寿命を実現した。その様子をFig.1に記す。本報告では、イメージングユニットの長寿命化を実現させることができた諸技術について述べる。

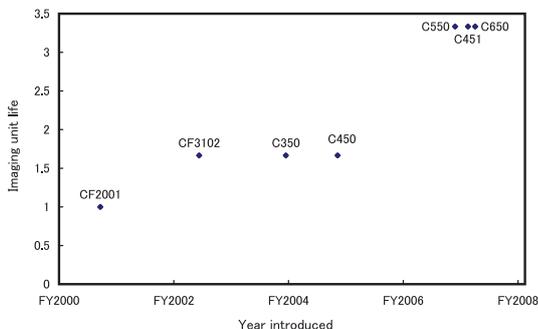


Fig.1 Extension of imaging unit life

## 2 イメージングユニットの構成

イメージングユニットとは現像ユニット、感光体ドラム、帯電器、クリーニングが一体に構成されたユニットである。基本的な構成はCF2001以降、概ね同様であるが、露光光学系に関し、C450まではLEDプリントヘッドを採用しているのに対し、2007年に市場投入したC550以降はレーザー光学系へ変更している。

Fig.2はC550のカラー用イメージングユニットの断面図である。4色のイメージングユニットは水平方向に配列され、上面で中間転写ベルトと当接することでベルト上に4色画像を重ね合わせている。露光光学系はイメージングユニット下面側に設置され、感光体ドラム

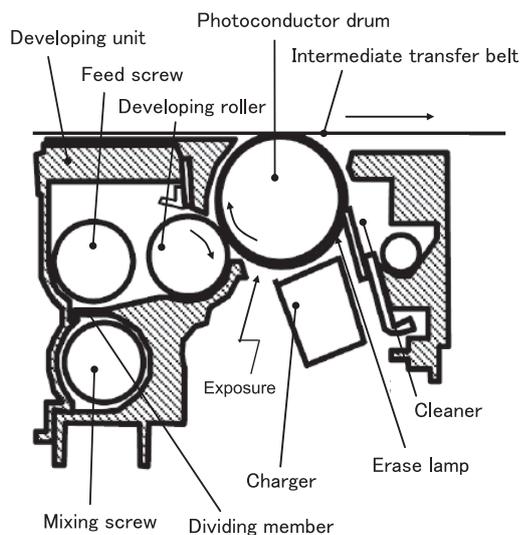


Fig.2 C550 imaging unit

ム上に潜像を形成する。

現像ユニットは2成分現像方式を採用しており、攪拌スクリューと供給スクリューを縦方向2軸に配置して現像剤を循環することにより、ユニットの幅を縮め、装置全体の小型化を図った。帯電器は鋸歯電極を用いたスコロトロン方式を採用している。またクリーニングはブレードクリーニング方式を採用している。以下、現像ユニット、帯電器、感光体ドラム及びブレードクリーニングにおいて取り組んできた長寿命化技術について述べる。

## 3 現像ユニットにおける長寿命化技術

CF2001における現像ユニットの寿命は現像ユニット内部のストレスを受けて、キャリアの荷電能力が低下していったとき、トナー飛散やかぶりが悪化することにより決まっていた。ストレスによるキャリアの荷電能力の低下は、トナーの母体成分や、外添剤がキャリア表面に移行することで、トナーとキャリア間の接触電位差が縮まっていくことによって生じる。そのため現像ユニット内部のストレスの低減を徹底的に行った。Fig.3にCF2001の現像ユニットとCF3102の現像ユニットの構成の違いを示す。

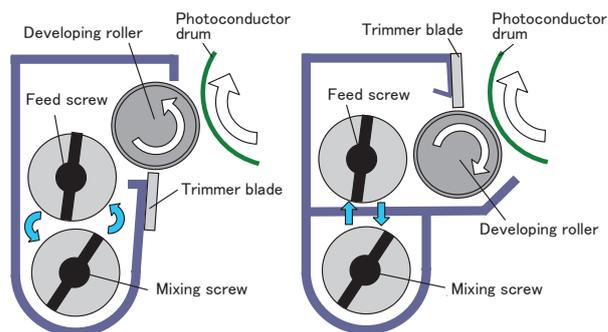


Fig.3 Development units of CF2001 (left) and CF3102 (right)

攪拌スクリューと供給スクリュー間には仕切り壁が無い構成を採用していた。そのため、上下方向上側に構成されている供給スクリュー近傍に存在する現像剤の重量が、下側に構成されている攪拌スクリュー近傍の現像剤を圧迫し、ストレスを増大させていた。その課題を解決するため、供給スクリューと攪拌スクリューの間に仕切り壁を入れた上で、スクリュー形状をチューニングすることで、縦2軸のスムーズな循環を成立させることができた。前記構成にすることにより、攪拌スクリューのトルク低減を果たした。一方、高画質化のために、現像ローラを感光体ドラムと同一方向に回転するフォロー方式から逆回転であるカウンター現像方式へ変更した<sup>1)</sup>。それとともに現像領域へ供給する現像剤の搬送量を、従来より低減させることで、感光体との摺刷ストレスを低減させた。また、コニカミノルタのカラー機としては、初め

て乳化重合法トナーであるデジタルトナー 2000を搭載した<sup>2, 3)</sup>。デジタルトナー 2000では、CF2001で用いた粉砕法トナーのトナー粒径 $8\mu\text{m}$  (体積平均径)と比較して、 $6.4\mu\text{m}$  (体積平均径)に小径化しており、それによって高画質を実現する一方、キャリアについても、小粒径トナーへの荷電性を確保するために、CF2001に搭載しているキャリアと比較して、小粒径のキャリアを採用した。小径キャリアを用いた現像剤は嵩高くなることで、現像剤の磁化量が小さくなり、結果として規制ブレード部における磁気的ストレスを低減することができた。規制部での極端な低ストレス化は、搬送量の安定性を損なうことがあるが、新規に開発した低ストレス規制技術<sup>1)</sup>によって低ストレス化と搬送量の安定化の両立を図った。それらの結果を合わせて、現像器全体のトルクとしてはCF2001と比較して約30%低減することができ、約1.7倍の長寿命化を実現した。

C450からC550へ向けては、さらなる長寿命化を目指して改良を行った。現像剤へのストレスの低減に徹すると、キャリア表面の汚染を除去する機能をも低減させてしまうことになり、更なるストレス低減は長寿命化に効果がないことがわかった。そこで今度はキャリアコート層を厚くするとともに、キャリアの磁化を調整するなどして、適度にストレスを与えることによって、キャリア表面をリフレッシュさせながら、コート層の膜減耗速度とのバランスをとりつつ、現像剤の長寿命化を図った。結果としてC550においてはC450までに比べて約2倍の現像剤の長寿命化を実現した。

#### 4 帯電器における長寿命化技術

コニカミノルタのフルカラー複合機の帯電器はCF2001以降、鋸歯電極を用いたスコロトン方式を用いている。鋸歯電極は、放電極周辺の電界が強く、かつ指向性があるため、ワイヤー電極を用いた帯電器に比べ、少ない放電量で帯電電位を得ることができるとともに、帯電器を小型に設計できるメリットがある。Fig.4 に鋸歯電極を用いた帯電器の構成を記す。

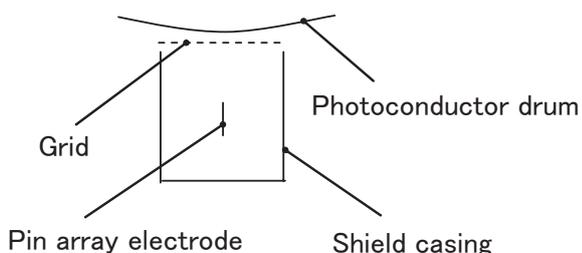


Fig.4 Pin array charger

鋸歯電極は感光体ドラム側に構成される鋭く尖った先端から放電が発生し、感光体ドラムを帯電させる。その放電により鋸歯電極先端に放電生成物による汚れが発生し、帯電ムラが悪化するという現象があった。放電生成物の発生量は帯電電流密度に依存するため、我々は鋸歯の数を約2倍とし、鋸歯1本あたりに流れる電流を小さくすることによって、鋸歯先端への放電生成物による汚れを低減し、帯電ムラの悪化を減少させた。CF2001からC450までは従来の鋸歯電極の形状を用いており、C550以降の製品において上記技術を採用した。Fig.5 にC450及びC550に用いている鋸歯電極の拡大写真を記す。

Fig.6 は清掃部材による鋸歯電極の清掃を行わない条件における帯電ムラの推移を表したものである。ランクは数値の大きいほうが良好であることを示している。従来の鋸歯形状を用いているC450に対してC550においては、帯電ムラの進行が遅くなっていることが分かる。

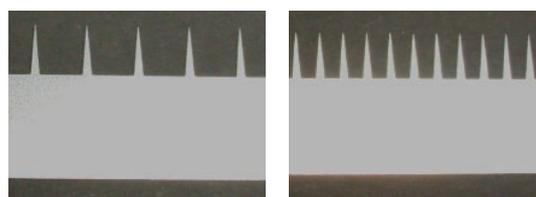


Fig.5 Photographs of pin arrays

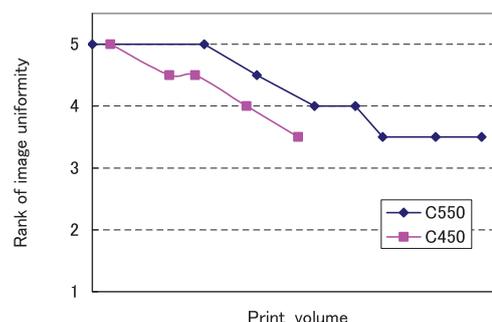


Fig.6 C450 and C550 comparison of image noise progression caused by pollution of charging unit

#### 5 感光体ドラム及びクリーニングにおける長寿命化技術

感光体ドラムの寿命は、感光層の磨耗が進行することで、必要な帯電性能が得られにくくなることで決定される。その対応として機械的強度が強いオーバーコート層(以下OCLと記す)を用いることで磨耗を減らし感光体ドラムの長寿命化を図った。クリーニングブレードに関

しては、耐久に伴ってブレードエッジの磨耗が進行しクリーニング不良が発生することで寿命が決定される。ブレードエッジの磨耗速度を低減するために、トナーの外添処方に滑材を加えた。その滑材をトナーを媒介として感光体ドラムに供給することにより、感光体ドラムとクリーニングブレードの摩擦力を低減させ、ブレードエッジの磨耗速度の低減を図った。また、ブレード材の硬度や機械強度、ゴム物性を最適化の中で、従来品より磨耗しにくい新規なクリーニングブレード材を見出し、適切な設定条件を与えることで、さらに磨耗速度を低減することができた。その結果をFig.7に記す。

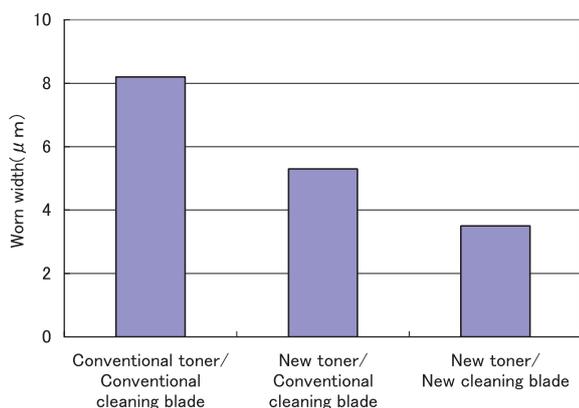


Fig.7 Blade edge wear among several combinations of toner and cleaning blade

縦軸は約4万枚プリントした際のクリーニングブレードの磨耗幅を示している。左のデータが従来のトナー及び従来のクリーニングブレードを用いた場合、中央が上記のトナー及び従来のクリーニングブレードを用いた場合、右側がトナー、クリーニングブレードとも上記の技術を用いた場合のクリーニング磨耗幅を示す。右の組み合わせの磨耗幅が最も小さいことが分かる。上記OCLを用いた感光体及びブレードエッジの磨耗速度を低減するための技術はC550以降の製品において採用されている。

## 6 まとめ

フルカラー複合機のイメージングユニットの長寿命化に取り組んできた。その結果、市場投入当初である2000年と比較して大幅な長寿命化を達成できた。我々が取り組んできた長寿命化技術は機械構成物の廃棄量を低減することで地球環境の保全に貢献しているのに加え、お客様のオフィスに設置されているMFPのダウンタイムの低減にも貢献している。イメージングユニットの長寿命化はイメージングユニットを構成する各ユニットや部材、それぞれを長寿命化することの積み重ねによって達成されるが、構成部品のひとつでも取りこぼし

があればそれがイメージングユニットの寿命を決定してしまう。新製品の開発サイクルが短くなっていく中で、何世代にもわたって基本的な構成を踏襲しつつ、改良を重ねてきたことで、他社に差別化できる長寿命のイメージングユニットが実現できたと考えている。今後、我々はさらなるイメージングユニットの長寿命化を進めることで、廃棄量の低減による地球環境保全に貢献していきたいと考える。

### ●参考文献

- 1) 伊藤昇, 井口善之, 服部好弘, 高井隆幸. 高画質を達成するMTHG現像方式. KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol.2 (2005), p59
- 2) 伊東幸治, 後藤勝昭, 奥野幸彦, 横山知明, 藤本善久, 中島昭夫. ディアルタカラー CF3102. 日本画像学会誌 第42巻 第4号 (2003), p433
- 3) 神山幹夫. 乳化会合型重合トナー コニカミノルタデジタルトナー. 日本画像学会誌 第43巻 第1号 (2004), p40