
新規オイルレスフルカラー重合トナーの開発

Development of New Polymerization Oil-less Full Color Toner

中島 久志*	望月 賢*	佐々木 文浩*	小番 昭宏*	朝比奈 安雄*
Hisashi NAKAJIMA	Satoshi MOCHIZUKI	Fumihiko SASAKI	Akihiro KOTSUGAI	Yasuo ASAHINA
松岡 園生**	内野倉 理*	中山 慎也*	石川 正彦*	坂田 宏一***
Sonoh MATSUOKA	Osamu UCHINOKURA	Shinya NAKAYAMA	Masahiko ISHIKAWA	Kohichi SAKATA

要 旨

エステル伸長重合法による新規オイルレスフルカラートナー（カラーPxPトナー）を開発した。ポリエステル樹脂を用いたエステル伸長重合法による分子量分布制御と、ワックスの分散性制御により、低温定着性と貯蔵安定性に優れ、適度な光沢を持つオイルレスフルカラートナーを得た。また、小粒径且つシャープな粒径分布により、高画質な画像が得られ、トナーの形状を制御することで、ブレードクリーニングシステムを実現した。

ABSTRACT

The new oil-less full color toner using polyesters as its binder was developed by ester elongation polymerization. (Color PxP Toner).

We attained low temperature fixing, heat-resistance, and moderate glosses by controlling molecular weight distribution of polyester binders and wax dispersion. In addition, high image qualities were achieved by its small particle size as well as narrow particle size distribution. Moreover blade cleaning systems were realized through shape control techniques for producing dimple form particles.

* 画像エンジン開発本部 機能材料開発センター
Functional Material Development Center, Imaging Engine Development Division

** 画像生産事業本部 RS事業部
RS (Reprographic Supply) Products Division, Imaging System Production Business Group

*** 画像エンジン開発本部 プラットフォーム開発センター
Platform Development Center, Imaging Engine Development Division

1. 背景と目的

近年、電子写真方式の複写機はデジタル化、カラー化が進み、特にフルカラーに関しては銀塩写真並みの高画質化の要求が増大している。そのため、画素再現性向上を狙いとしてトナーの小粒径化が求められている。また、環境保全に配慮した商品開発が行われ、トナー開発においても、使用時の省エネのみならず、製造時の環境負荷低減についても求められている。従来、トナー製造方法としては熔融混練粉碎法（以後、「従来製法」と記述）が主流であったが、小粒径にするほど生産性が低下してしまい、製造コスト上昇、および製造時の環境負荷が大きくなるといった問題がある。また、従来製法トナーは着色剤、Wax等がトナー表面に露出し易く、キャリア汚染、帯電不良などの問題を引き起こす場合もある。これに対し、ケミカルトナーは、小粒径且つシャープな粒径分布制御が容易に得られ、着色剤およびWax等を内包する構造制御が可能のため、注目されている。

従来のケミカルトナーは、バインダーとしてスチレンーアクリル樹脂を基本としていたが、リコーにおいては定着特性に優れたポテンシャルを持つポリエステル樹脂を用い、新規製法によるPxPトナー^{1), 2)}を開発し、従来製法では達成し得なかった性能を獲得した。本報告ではこの新規製法を用いて新たに開発したオイルレスフルカラー重合トナー（以後、「カラーPxPトナー」と記述）の概要に関するものである。

2. 技術

2-1 カラーPxPトナーの特徴と製法

カラーPxPトナーで採用するエステル伸長重合法は、樹脂、顔料、Waxなどが含まれる油滴を水中で作成し、同時に化学的な伸長反応によりトナー中に高分子量の樹脂成分を形成する方法である。

この方法は懸濁重合法、溶解懸濁法、乳化凝集法³⁾と同じく湿式でトナーを製造する製法であり、小粒径・シャープな粒径分布が容易に得られる。また、材料の適用範囲が広く、工程条件を適正化することで着色剤、Wax等を内包する構造制御が可能である。カラーPxPトナーではPxPトナーと同様に、低温定着性に寄与する低分子量のポリエステル樹脂成分

と、貯蔵安定性に寄与する高分子量のポリエステル樹脂成分を組み合わせることにより（Fig.1）、良好な低温定着性と貯蔵安定性を両立し、適度な光沢を得ることが可能である。また、球形～紡錘形・ディンプル形の形状制御が可能であり、ブレードクリーニングに適応したトナー形状に制御できることが特徴である。

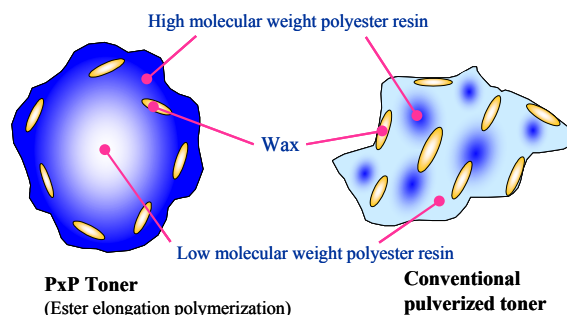


Fig.1 Illustration of PxP Toner and conventional pulverized toner.

カラーPxPトナーの工程は、以下に示すとおり、5つの工程からなる（Fig.2）。

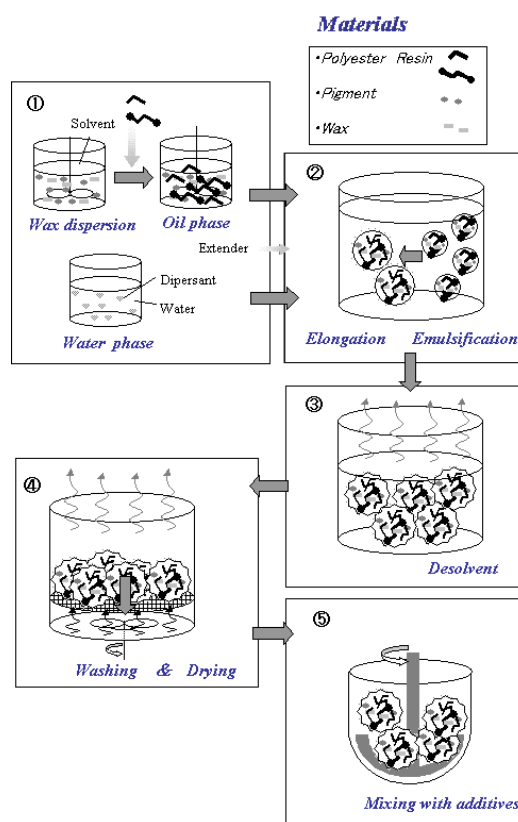


Fig.2 Production scheme of Color PxP Toner.

①Wax分散・油相作製工程，水相作製工程

Waxおよびポリエステル樹脂，顔料などの原材料を溶媒中に分散し，油相を作製する．粒子径制御剤および界面活性剤などを純水中に分散し，水相を作製する．

②乳化・収斂工程

油相および水相を混合・乳化し，Waxおよびポリエステル樹脂，顔料などが含まれる油滴を作り，その油滴を収斂させてシャープな粒径分布のトナー油滴を作製する．この過程で同時に伸長反応によりトナー油滴中に高分子量の樹脂成分が形成される．

③脱溶剤工程・異形化工程

トナー油滴内部に残留する溶媒を除去しトナー粒子を得る．溶媒除去の工程で粒子を変形させる．

④洗浄・乾燥工程

トナー粒子表面の不純物を洗い流し，表面および内部に存在する水分を蒸発させ，乾燥粉体にする．

⑤外添工程

外添剤を表面に付着させる．

2-2 カラーPxPトナーの開発

2-2-1 低温定着性

カラーPxPトナーはPxPトナーと同様，低分子量ポリエステル樹脂成分とプレポリマーの伸長反応（エステル伸長重合）で得られる高分子量ポリエステル樹脂成分を組み合わせることにより，トナーの粘弾性を制御し（Fig.3），適度な光沢と広い温度領域での定着を可能としている（Fig.4）．また，幅広い温度領域で画像光沢の変化を小さくすることができ，結果として均一な光沢による高画質化が達成できる（Fig.5）．

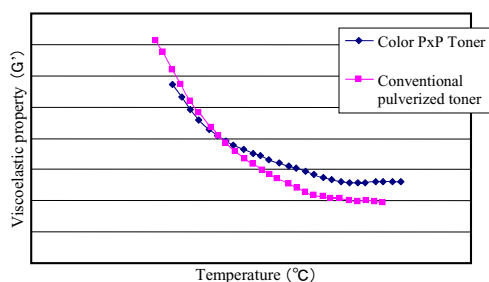


Fig.3 Relationship between temperature and viscoelastic property.

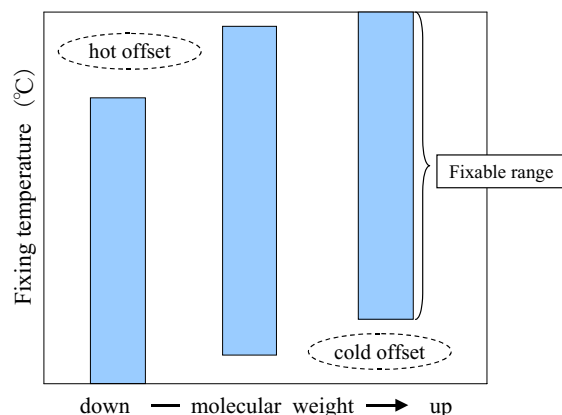


Fig.4 Relationship between fixing temperature and molecular weight of polyester resin.

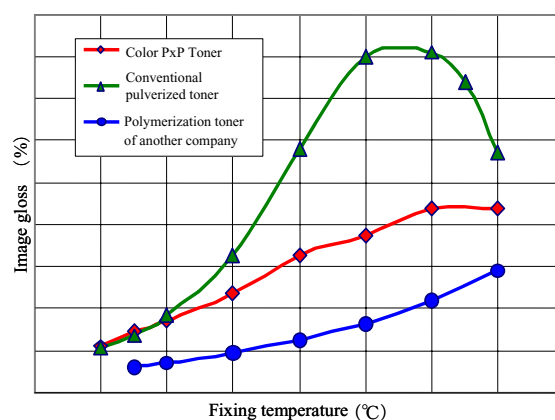


Fig.5 Relationship between imaging gloss and fixing temperature.

さらに，Waxの分散性制御により，トナー表層近くに適量のWaxを配置させ，定着時にWaxを染み出し易くし，ホットオフセット性を確保しながら，トナーの流動性低下や現像剤の劣化を防止している．

2-2-2 粒径制御

Fig.6に示すように，カラーPxPトナーの乳化工程の油滴（Waxおよび，ポリエステル樹脂，顔料など含む）は，粒子径制御剤の吸着速度や系の粘性を適正化することにより，所定の粒子径分布に制御される．

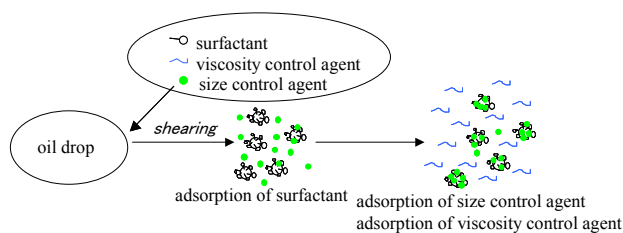


Fig.6 Process of emulsification.

Fig.7にカラーPxPトナーの粒径分布を示す。従来製法の粉砕トナーに比較してシャープな粒径分布となっていることがわかる。

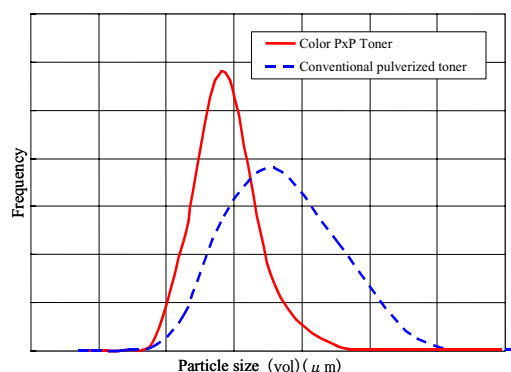


Fig.7 Particle size distribution of Color PxP Toner.

2-2-3 形状制御

PxPトナーでは、脱溶剤工程・異形化工程において、油滴の粘性およびその油滴に与える力を制御することで、トナー形状を変形させ、異形化している。

カラーPxPトナーでは、脱溶剤スピードの制御による異形化を採用している (Fig.8)。

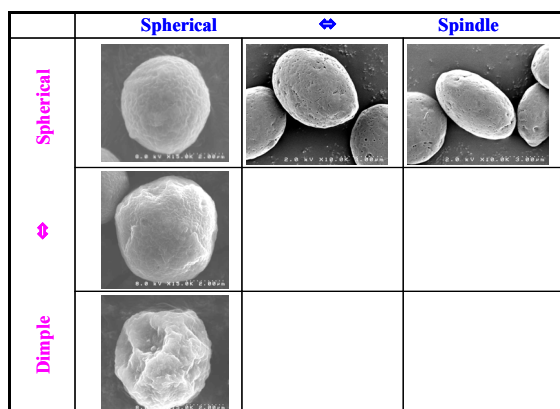


Fig.8 Particle shape variation of PxP Toners.

2-2-4 帯電制御

カラーPxPトナーでは液相中で、帯電制御剤を含有させることにより、帯電量を制御している。Fig.9に帯電制御剤処理前後での帯電量分布を示す。帯電制御剤処理後には帯電量分布がシャープになっていることがわかる。

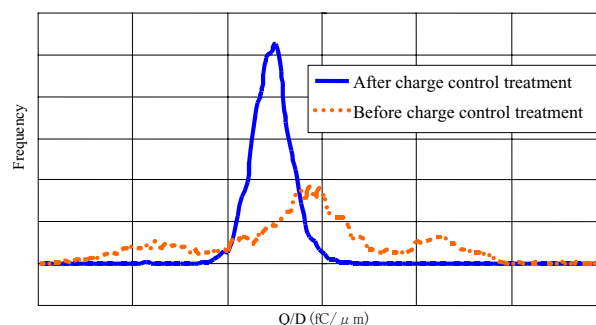


Fig.9 Toner charge distribution of Color PxP Toner.

3. 成果

3-1 小粒径化による高画質化の達成

Fig.10は転写紙上の文字およびドット再現性を従来製法の粉砕トナーと比較した拡大写真である。カラーPxPトナーは従来製法の粉砕トナーより小粒径、且つ、均一分布に制御することにより、画像部以外へのトナー散りの少ない忠実な画像再現が可能となる。

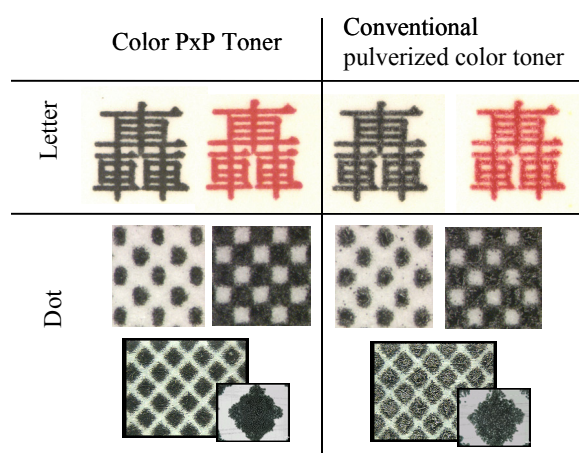


Fig.10 Reproducibility of Color PxP Toner and conventional pulverized color toner.

3-2 画像粒状度

Fig.11は画像の粒状性を示している。横軸に明度、縦軸は、画像の粒状度を示している。ドット再現性が良好なため、カラーPxPトナーは、従来製法の粉砕トナーに比較して、画像の高濃度部からハイライト部にいたるまで、粒状性の優れた、均一な画像を得ることが可能となる。

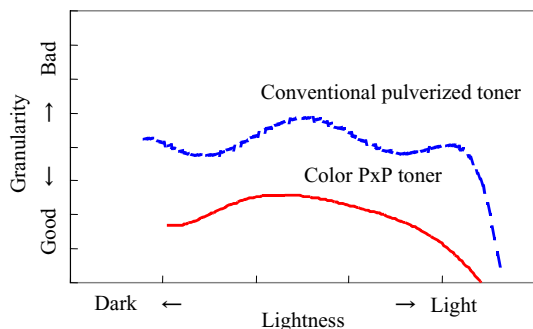


Fig.11 Granularity of Color PxP Toner and conventional pulverized toner.

3-3 トナー形状制御によるブレードクリーニングシステムの実現

カラーPxPトナーは、異形化工程にて適切な形状に制御され、ブレードクリーニングシステムに適応している。Fig.12は、トナー形状と感光体上のクリーニング残トナーの関係を示している。トナーの形状を適切に制御することにより、感光体上のクリーニング残トナーを減少することが可能となる。

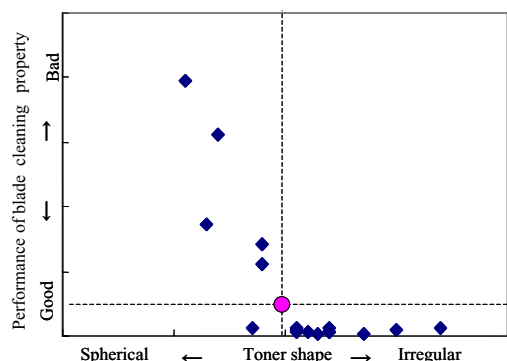


Fig.12 Relationship between toner shape and amount of toner particles on OPC which passed through cleaning blade.

3-4 環境影響

3-4-1 消費トナー量削減

Fig.13はトナー消費量を示している。カラーPxPトナーは、転写性の向上、および小粒径化により十分な画像濃度が得られるため、トナー層厚を薄くでき、従来製法の粉砕トナーの消費トナー量を100とした場合、約26%消費量を削減できる。

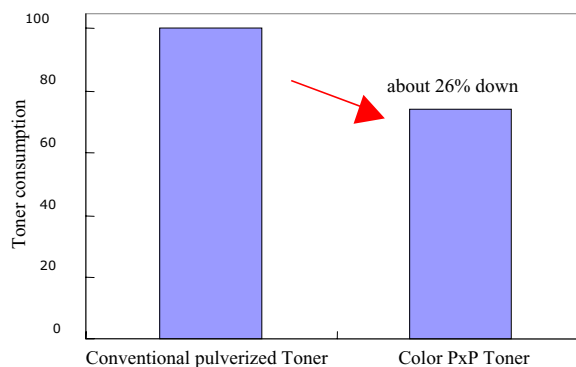


Fig.13 Reduction of toner consumption.

3-4-2 製造時の省エネ（CO₂排出低減）

Fig.14には、同一粒径を生産した場合のエステル伸長重合法と従来製法とのCO₂排出量換算値の比較を示している。従来製法を100とした場合、約35%のCO₂排出量削減となり環境負荷低減が可能である。

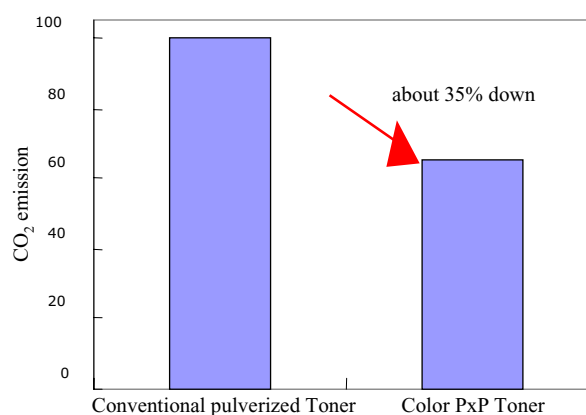


Fig.14 Reduction of CO₂ emission in toner manufacturing process.

4. 今後の展開

以上ように、新規カラーPxPトナーは従来製法の粉砕トナーにはない数多くのメリットがある。今後は更なる低温定着化を含めた環境要求、信頼性、低コスト化への対応が重要ポイントとなる。

謝辞

カラーPxPトナーの開発にあたり、多大なご協力を頂いた関係者各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 八木, その他: 新規重合トナーの開発, Ricoh Technical Report, No.29, (2003), pp.68-73.
- 2) 佐々木, その他: 日本画像学会, 日本画像学会誌, vol.43, (2004), pp.54-59.
- 3) 竹内, その他: 電子写真現像剤の最新技術, トナー開発の最前線, シーエムシー出版, (2005).
- 4) F. Sasaki, et al.: IS&T's NIP21 International Conference on Digital Printing Technologies, Final Program and Proceedings, (2005), pp.647-649.
- 5) 小番, その他: 日本画像学会 imaging Conference Japan 2006 論文集, (2006), pp.123-126.