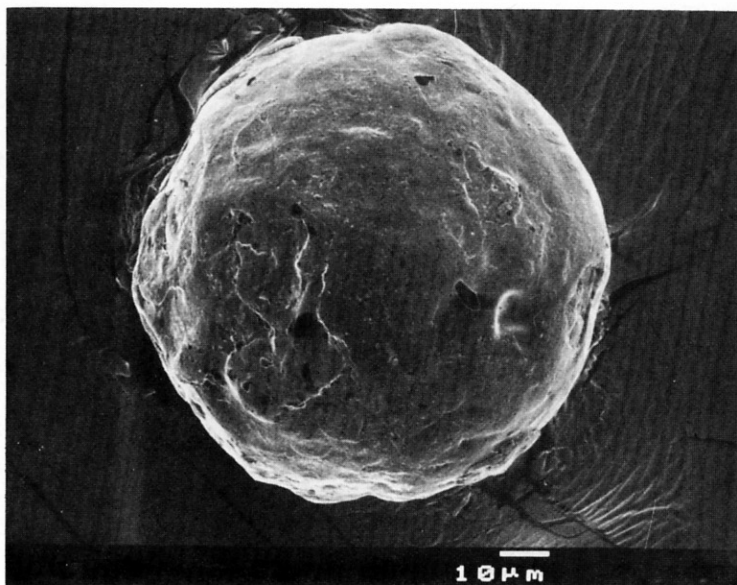


小型現像器／定着器対応の 高信頼性現像剤

A Reliable Developer
for Small Copy Machines

池内 覚
高際裕幸
白勢明三
椛島浩貴
複写機生産本部
サプライ事業部技術部



キャリア

Abstract:

Size reduction of developing and fixing apparatus, the consequence of copier size reduction, inflates the problems of toner scattering foggy images, and underfixing. Toner scattering and foggy images are chiefly the result of insufficient triboelectric charging velocity, while underfixing is caused by the shortening of fixing time and by inappropriate viscoelastic and chemical characteristics of the toner binder resin. We have developed new techniques to estimate triboelectric charging velocity and the mass of scattered toner, and, through them, have discovered the following to be effective in dealing with these problems:

- 1) Employing smaller sized and lower density ferrite carriers,
- 2) Fluidizing the toner to a high extent, and
- 3) Adopting a low softening temperature polyester binder resin which can crosslink thermally and without a second reactant.

These steps have been put to practical use in the KONICA 1550MR.

Ikeuchi, Satoru
Takagiwa, Hiroyuki
Shirose, Meizo
Kabashima, Hirotaka
Copier Supplies Division
Copier Production Headquarters

1

まえがき

近年、複写機の小型化が急速に進行し、一方で、多機能化の要請に対応するためにこれに持ち込むべき機能ユニットの数は増大を続けている。このために各機能ユニットに与えられる機内スペースは加速度的に小さくなってきた。

このような傾向の中で、現像剤開発の立場から見た場合、現像器と定着器の小型化に伴う技術的対応が特に重要となる。

現像器を小型化すると、

- ① 帯電付与に必要な現像剤の混合、攪拌が難しい
- ② 現像剤量が少ない
- ③ トナーの現像器内の平均滞留時間が短い

などの問題が生じ、現像器内で現像剤に摩擦帯電を付与するための機械エネルギーを十分に、均一に与える事が困難になる。

このため電荷量の低いトナーが現像空間に運ばれ、トナー飛散やカブリのような複写機の信頼性を損う不都合を生ずる事になる。

そこで我々は小型現像器用のトナー飛散のない信頼性の高い現像剤を開発するために、トナー飛散量や現像剤の帯電立ち上がり速度の定量的な評価法を確立し、これらの評価法に基づいて新規現像剤の開発を行なった。

又、定着器の小型化に対応するために定着性の良好なポリエステルトナーを選択し、OPCへの適用を図るために、ポリエステルトナーに正帯電を付与できるより負帯電性の強い新規のフッ素コートキャリアを開発した。

2

小型現像器用現像剤

2.1 飛散トナー解析

複写機内の飛散トナーを採取し、その帯電量分布と粒径分布の測定を行なった。

母体の現像器内のトナーと比較すると、

- ① 帯電量の絶対値が低い成分（弱帯電トナー）が多い（図1）
- ② 大粒径成分が多い（図2）

という特徴を有しており、キャリアとの電気的束縛力の小さな大粒径のトナーが飛散の原因となっていることが分る。

2.2 弱帯電トナーの発生過程

小さな現像器を用いて、これにトナーを補給した直後の現像剤の帯電量分布を測定すると、弱帯電トナーが多く、攪拌の進行とともに、帯電量の絶対値の低い成分が減少し、高い成分が増加する。十分に攪拌された現像剤

においては、弱帯電トナーは、ほとんど存在しない。（図3）

即ち、トナー帯電の機構は、可成長い時定数を持った現象であり、弱帯電トナーは、新たに補給されたトナーが十分な時間の攪拌を受けておらず、十分帯電していないために発生している事が分る。

従って弱帯電トナーを減少させトナー飛散量を減少させるためには、何らかの手段によって帯電立ち上がり速度を速くし、短時間で十分に帯電せしめることが有効であろうと推論出来る。

2.3 現像剤の帯電立ち上がり速度の評価

以上で、トナーの帯電立ち上がりとトナー飛散との関係が明確になったので、次に帯電立ち上がり速度の評価方法について検討した。

従来の振とう法では、ガラス管にキャリアとトナーを入れ、それを往復運動させることによって混合し、トナ

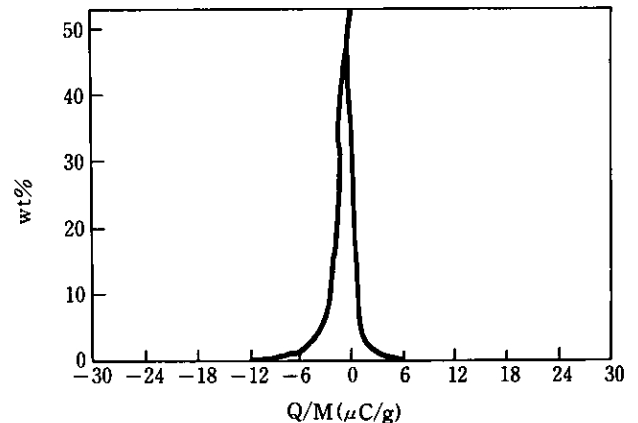


図1 飛散トナーの帯電量分布
Fig.1. Triboelectric charge distribution of scattered toner

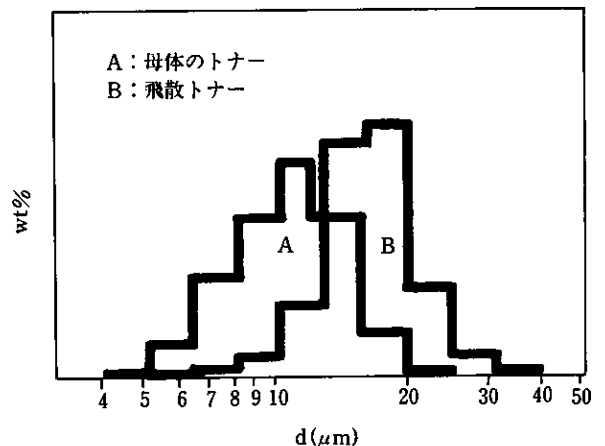


図2 飛散トナーの粒径分布
Fig.2. Size distribution of scattered toner

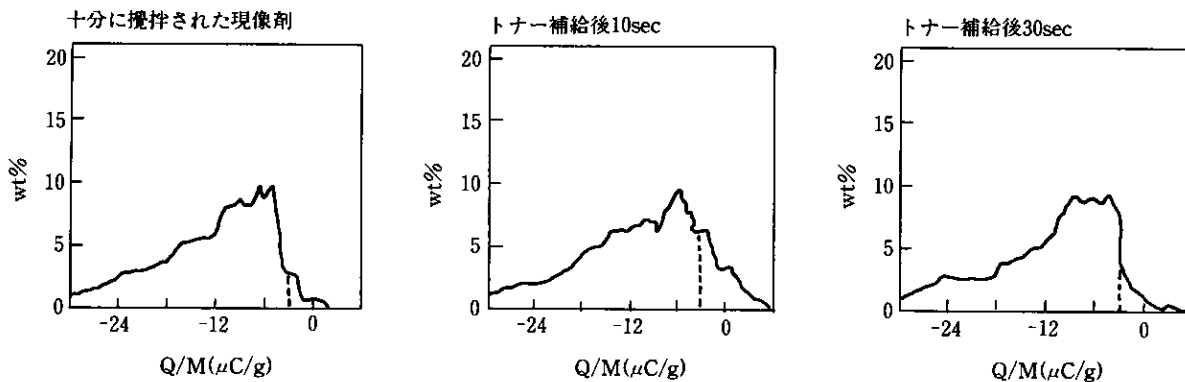


図3 攪拌時間とトナー帯電量
Fig.3. Dependence on mixing time of distribution of charge to mass ratio

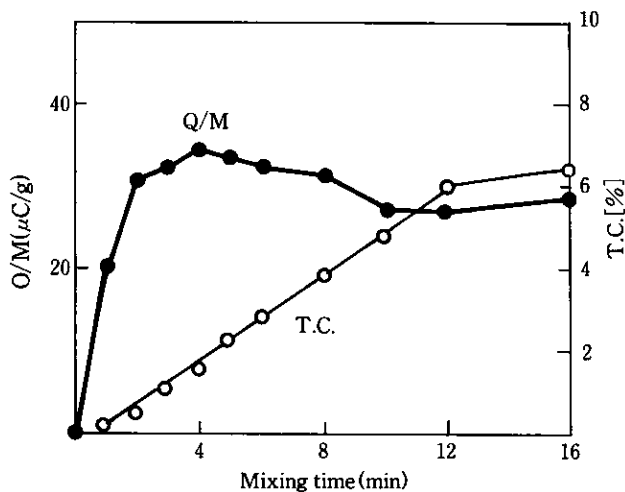


図4 現像器内のトナー濃度と帯電量の経時変化
Fig.4. Toner concentration and charge-mass ratio in developing apparatus

一带電量の経時変化を見て立ち上がり速度を評価する。しかしながら振とう法ではトナーが一度に大量に補給されるのに対し、実機では断続的に少量のトナーが補給される。また別の測定データによれば振とう法の攪拌エネルギーは実機の約1/2である。即ち、クリチカルな設計がなされる実際の現像器に対して、特定の現像剤処方との適否を判断する事を目的とする場合、振とう法による帯電立ち上がり速度の評価は誤った結果を与えかねない。我々は、このような理由から、実際の現像器を組込んだ現像剤評価手段を開発する事にした。具体的にはU-BIX 1800の現像器に駆動装置を加え、

- イ) 新たに設計される現像器と同じ攪拌エネルギーを現像剤に加えられる
- ロ) トナー補給の態様(連続、間欠、あるいは一回補給量の多寡など)、速度を実際の設計に合わせられる

ように各種の可変部分を含む構成のものである。

このような評価手段について

- イ) 現像器部にキャリアを装填する
- ロ) トナー補給をしながら現像器を回転させる
- ハ) スリーブ中央部の現像剤の帯電量、トナー濃度の経時変化を測定する

- ニ) 同時にスリーブ近傍に設置したPETベースに飛散トナーを捕集し、飛散量を測定する

この方法によって、測定したトナー濃度の経時変化の一例を図4に示した。この例では現像スリーブ上の現像剤について測定されたトナー濃度は、全補給トナー量とキャリア量から計算されるトナー濃度とほぼ完全な一致を示して居り、補給されたトナーは観測時間のスケールで見ればほぼ瞬間的に幾何学的完全混合状態になることが判る。

しかし、このような幾何学的完全混合状態にも拘らず、トナーの帯電は平衡状態に達していない。一定速度でトナーを補給した時の帯電量 (Q/M) とそのトナー濃度で十分な時間の攪拌で到達する飽和帯電量 (Q/M sat.) の差は、初期に大きく、時間と共に小さくなる。帯電量と飽和帯電量の比 (比帯電量) の経時変化は、図5で表わされ、時間と共に増大して遂に平衡帯電状態に達する。

この変化は、(1)式で表わされる。

$$\frac{Q/M}{Q/M \text{ sat.}} = 1 - ke^{-\frac{t}{\tau}} \quad \dots\dots(1)$$

$$\ln\left(1 - \frac{Q/M}{Q/M \text{ sat.}}\right) = -\frac{t}{\tau} + \ln k \quad \dots\dots(2)$$

(2)式と図6の傾きより、この現像器系での帯電量比の

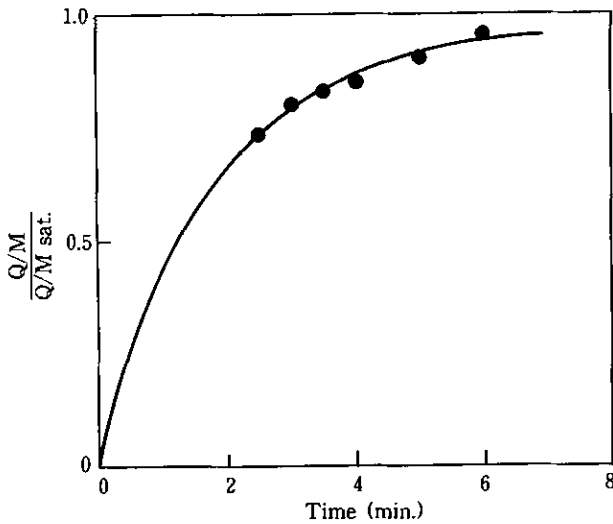


図5 比帯電量の経時変化
Fig.5. Charge-mass ratio dependence on mixing time

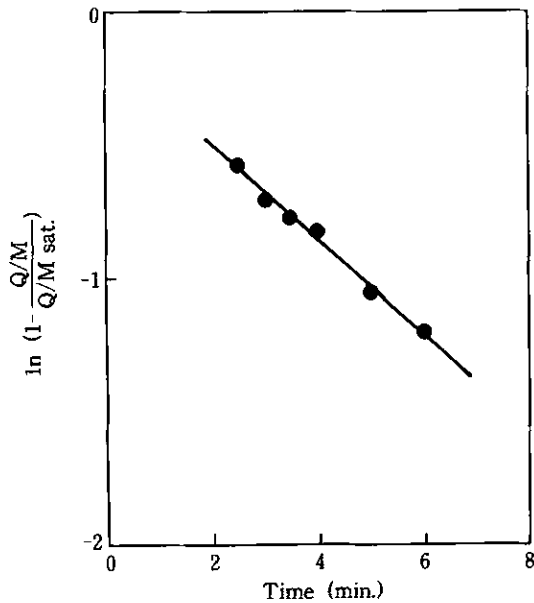


図6 比帯電量と経時変化
Fig.6 Charge-mass ratio dependence on mixing time

時定数 (τ) を求めることができる。こうして得られた時定数を比較することにより、特定の設計の現像器についての現像剤の帯電立上り速度の比較が可能である。

我々は帯電立上り速度を向上させる現像剤側の因子として、

- ① 帯電サイトの増加……キャリア粒径の低下、好適なシェル剤の選択
- ② 接触確率の増大……キャリア比重の低下、トナー流動性の増大

を考え、以下各因子について、上述した帯電量比の時定数を測定、比較し、これら諸因子の帯電立上り速度への寄与について比較した。

(1) 帯電サイトの増加

(a) キャリア粒径の低下 (図7)

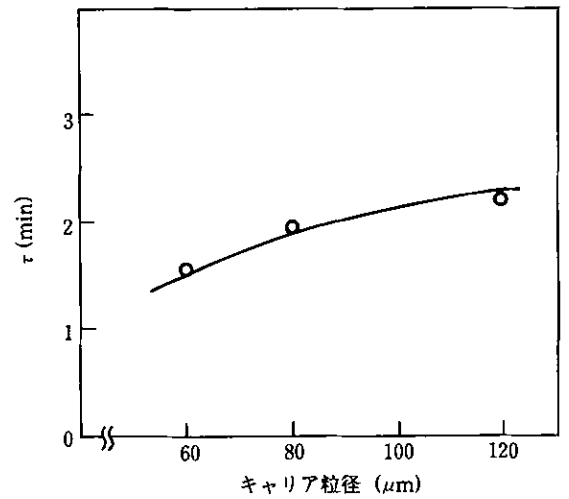


図7 キャリア粒径と時定数
Fig.7 Time constant dependence on sizes of carriers

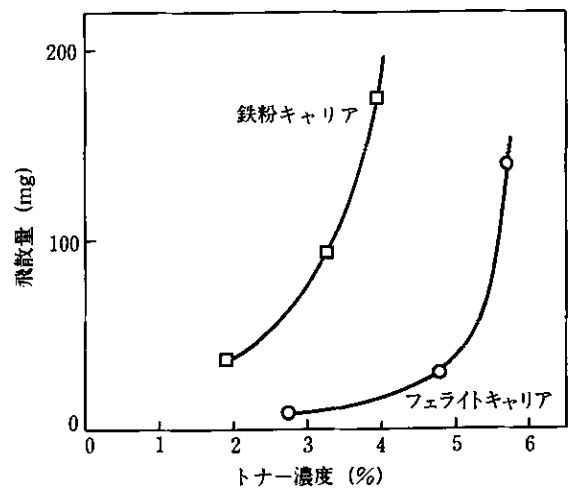


図8 キャリア比重とトナー飛散量
Fig.8 Scattered toner mass dependence on carrier density

キャリア粒径を小さくすると、比表面積が増加し、トナーとの摩擦帯電に有効な帯電サイトが増加するため、時定数 τ が小さくなり、帯電立上り速度が速くなる。

(b) キャリアシェル材の選択

キャリアシェル材で荷電制御する現像剤の場合、シェル材中の荷電制御成分の増加は、帯電サイトの増加をもたらし、帯電立上り速度が速くなる。

(2) トナー—キャリア間接触確率の増加

(a) キャリア比重の低下 (図8)

低比重のフェライトキャリアは、鉄粉キャリアに比べ、トナーとの比重差が小さく、混合しやすくなるため、キャリアとトナーの接触回数が増え、帯電立上り速度が速くなる。

キャリアの小径化もまた、トナーとの重量差が小さくなる事により、接触確率を増加して、帯電立上り速度向上に有利に働いている筈である。

(b) トナー流動性の増大 (図9)

トナーの流動性を向上させることは、キャリアとの接触回数を増やすことになるため、時定数 τ が小さくなり、帯電立上り速度が速くなる。

尚、トナーの流動性は静かさ密度 (A.D.) を測定することにより評価した。静かさ密度が大きい程トナーの流動性は高いことを示す。

以上のように、帯電立上り速度向上に、帯電サイトの増加やトナー—キャリア間接触確率の増加が有効であり、その為に、小粒径軽量フェライトキャリアと流動性の良好なトナーを組み合わせることにより、帯電立上りの時定数を小さくすることが可能になった。

図10には、このような評価結果にもとづいて新たに設計した現像剤処方、実際に小型現像器を用いた複写機内で充分な耐飛散特性を有することを示した。即ち上述

の時定数が1以下の現像剤を用いることにより、トナー飛散量を50mg以下に低減する事が可能となる。

2.4 キャリアコア

従来普通に用いられてきたキャリアコアは、いわゆる100メッシュ品 ($D_{50} \sim 120\mu\text{m}$) のものである。このような粒径のコア材を用いた現像剤を小型現像器に適用すると十分な画像濃度が得られないことが分ってきた。これは小型現像器の現像スリーブの大きな曲率が、対する感光体のやはり大きな曲率と相俟ってかなり小さな現像ニップを形成し、そのために従来の大きな粒径のキャリアがこの現像ニップに搬送するトナー量によっては十分な現像量が得られないことによると推定した。

この間の事情は図11を見れば明らかであり、画像濃度すなわち現像トナー量はキャリアコアを150メッシュ品 ($D_{50} \sim 80\mu\text{m}$) 程度に小さくしなければ実用に十分なレベルに達しない。

一方キャリアコア径を小さくしすぎると所謂キャリア付着現象を示すことは周知の通りである。

十分な画像濃度とキャリア付着に対する十分なマージンを与えるキャリアコア径として、150メッシュ品を選択した。

3

小型定着器用現像剤

シリコンオイルを塗布しない簡易な小型の熱ローラ一定着器でも定着性が良好で、オフセット現象の発生しないトナー処方を得るには部分架橋ポリエステル樹脂をバインダーとして用いることが有効であることは我々が従来述べてきた通りである。

ポリエステルトナーはその化学構造により負帯電性が

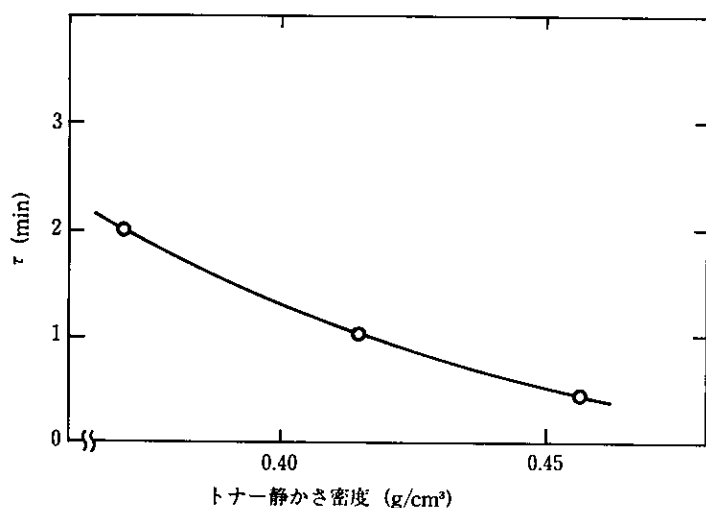


図9 トナー流動性と時定数
Fig.9 Time constant dependence on fluidity of toner

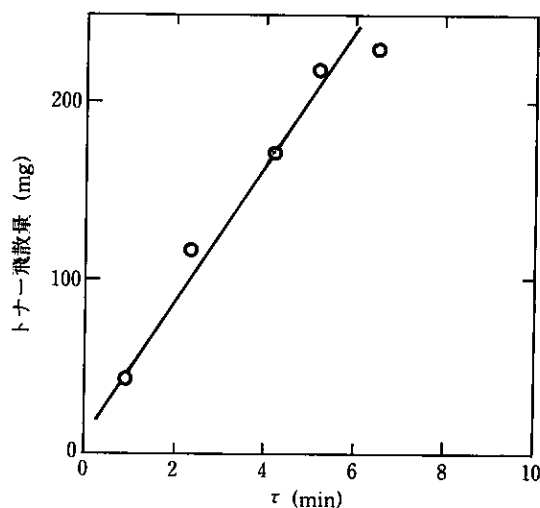


図10 帯電立上り時定数とトナー飛散量
Fig.10 Scattered toner mass dependence on time constant of triboelectric charging velocity

高く、これを負帯電OPCへ適用するにはトナーを正に帯電できる更に高い負帯電性のキャリアが必要となる。

我々はここで強い負帯電性物質として知られているフッ素含有高分子物質をキャリアシェル材に選ぶことにした。

フッ素含有物質はまた低表面エネルギー物質としても知られておりキャリア表面をいわゆるトナーセント現象を回避して清浄に保つ効果があり、高耐久現像剤用キャリア被覆材料としても有利なものである。

しかしながら低表面エネルギーのため溶剤不溶の場合が多く溶液塗布を基本とする通常のコートキャリア製造法に不向きであり、溶剤コートに際してのキャリアコアへの接着性も解決を要する重要な問題である。

我々はフッ素を含む多元共重合体について特定の共重合比を選ぶことにより、溶剤可溶性、被膜接着性-アンチスペント性の相反関係を解く方法を見出したがその詳細は別報に譲ることにし、ここではその様な共重合体の使用を前提として所望の帯電量と十分な耐久性を得るための具体的な方法について述べることにする。

図12に示すように被覆を施していないフェライトキャリアやスチレン-アクリルコートキャリアに対して、ポリエステルトナーは、負帯電性を示す。

一方、フッ素コートキャリアでは、被膜厚みの小さい領域ではポリエステルトナーは負帯電性を示すが、被膜厚みの増加とともに、正帯電性を示すようになり約3.5%以上のシェル材量に相当する被膜厚みで漸く帯電量は飽和に達し、安定する。このような安定領域の被膜厚みを採用する事により当然の事ながら、帯電量は製造工程による変動を受けにくくなる。また、別の実験により、このような充分な被膜厚みを持ったキャリアは、そうでないものに比べて、長期使用に対する耐久性の点でも優れている事が確かめられたので、我々は~4%のシェル材量を採用する事にした。

4

むすび

小型現像器用現像剤として、飛散のない現像剤を得るために、「小粒径フェライトキャリア/高流動性トナー」の考え方を導いた。

簡易な小型定着器でも定着性が良好なポリエステルトナーを正に帯電させるために、負帯電性の強いフッ素含有高分子物質によるコートキャリアを開発した。このような現像剤技術はOPCを搭載した小型複写機 Konica U-BIX 1550に於いて実用化された。

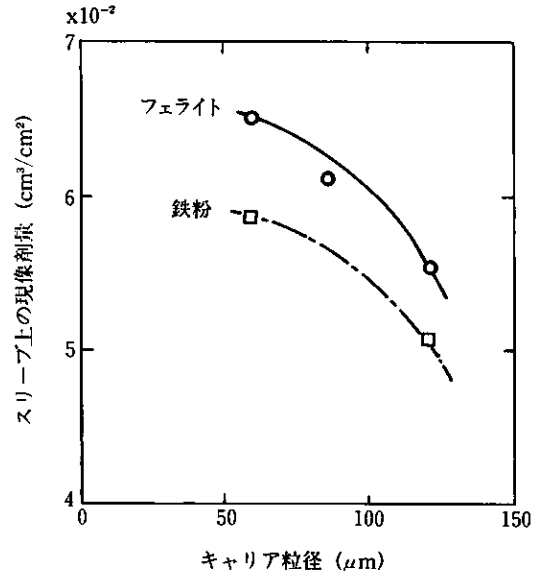


図11 キャリア・コア材とスリーブ上の現像剤量
Fig.11 Mass of developers on the sleeve

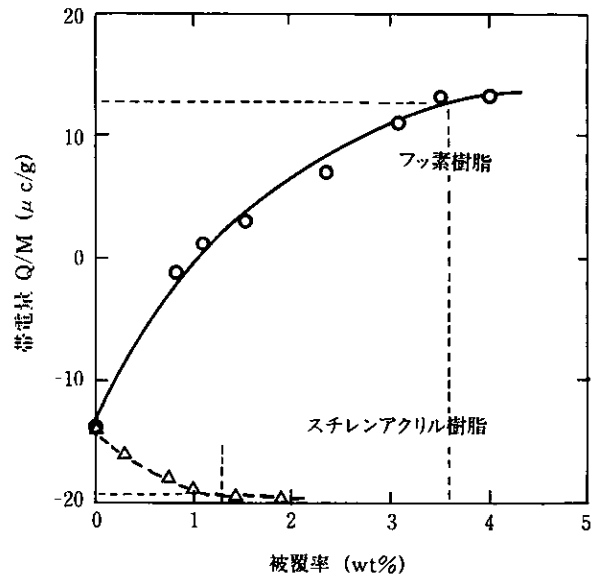


図12 フッ素コートキャリアのシェル材量と帯電量
Fig.12 Charge-mass ratio dependence on shells of carriers coated with polymers containing fluorine

参考文献

- 1) S. Kittaka: IEEE Trans. Electr. Insul., EL-12, 321 (1977)
- 2) 森田 他: 特開昭57-208559
- 3) 重田 他: 特開昭60-176069