

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5734024号
(P5734024)

(45) 発行日 平成27年6月10日 (2015. 6. 10)

(24) 登録日 平成27年4月24日 (2015. 4. 24)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 3 G 15/08 (2006.01) G 0 3 G 15/08 3 2 0

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-42489 (P2011-42489)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成23年2月28日 (2011. 2. 28)	(74) 代理人	100085006 弁理士 世良 和信
(65) 公開番号	特開2012-181246 (P2012-181246A)	(74) 代理人	100100549 弁理士 川口 嘉之
(43) 公開日	平成24年9月20日 (2012. 9. 20)	(74) 代理人	100106622 弁理士 和久田 純一
審査請求日	平成26年2月24日 (2014. 2. 24)	(74) 代理人	100131532 弁理士 坂井 浩一郎
		(74) 代理人	100125357 弁理士 中村 剛
		(74) 代理人	100131392 弁理士 丹羽 武司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 解析方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子写真の現像剤におけるトナー濃度およびトナー帯電量の移流拡散モデルの解析方法であって、

情報処理装置が、前記現像剤の物理量に関する条件、および、前記現像剤を用いて現像を行う現像器に関する条件を設定する設定ステップと、

前記情報処理装置が、トナー濃度の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式を計算するトナー濃度計算ステップ1と、

前記情報処理装置が、トナー帯電量の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式を計算するトナー帯電量計算ステップ2と、

前記情報処理装置が、トナー帯電量の時間変化を表す帯電量変化式を前記現像器の各位置において計算し、トナー帯電量を更新する帯電量変化計算ステップ3と、

を有することを特徴とする解析方法。

【請求項 2】

前記解析方法は、前記トナー濃度計算ステップ1と、前記トナー帯電量計算ステップ2と、前記帯電量変化計算ステップ3と、を同時に計算することを特徴とする請求項1に記載の解析方法。

【請求項 3】

前記設定ステップで設定される前記現像剤の物理量に関する条件には初期トナー濃度分布および初期トナー帯電量分布が含まれ、前記現像器に関する条件には前記現像剤の流路が

含まれる

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の解析方法。

【請求項 4】

前記設定ステップでは、前記情報処理装置は、前記現像器におけるトナーの補給位置を含む補給条件をさらに設定し、

前記情報処理装置が、前記補給条件に基づいて、補給位置におけるトナー濃度とトナー帯電量を補正するトナー補給補正ステップをさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の解析方法。

【請求項 5】

前記補給条件には、トナーの補給量および補給タイミングが含まれる

10

ことを特徴とする請求項 4 に記載の解析方法。

【請求項 6】

前記設定ステップでは、前記情報処理装置は、前記現像器におけるトナーの消費位置を含む消費条件をさらに設定し、

前記情報処理装置が、前記消費条件に基づいて、消費位置におけるトナー濃度とトナー帯電量を補正するトナー消費補正ステップをさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の解析方法。

【請求項 7】

前記消費条件には、トナーの消費量および消費タイミングが含まれる

20

ことを特徴とする請求項 6 に記載の解析方法。

【請求項 8】

トナー帯電量の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式は、トナー帯電量 Q 、現像剤質量に対するトナー質量比 T 、現像剤の質量密度分布 m 、現像剤流速 v 、拡散係数 D としたとき、以下の式で表される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の解析方法。

【数 1】

$$\frac{\partial}{\partial t}(QTm) + \nabla \cdot (vQTm) = \nabla \cdot (D\nabla(QTm))$$

30

... (1)

【請求項 9】

トナー濃度の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式は、現像剤質量に対するトナー質量比 T 、現像剤の質量密度分布 m 、現像剤流速 v 、拡散係数 D としたとき、以下の式で表される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の解析方法。

【数 2】

$$\frac{\partial}{\partial t}(Tm) + \nabla \cdot (vTm) = \nabla \cdot (D\nabla(Tm))$$

40

... (2)

【請求項 10】

前記帯電量変化式は、トナー帯電量 Q 、飽和帯電量 Q_{sat} 、時定数 τ 、 t 間のトナー帯電量変化 ΔQ としたとき、以下の式で表される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の解析方法。

【数 3】

$$\Delta Q = \frac{\Delta t Q_{sat}}{\tau} \left(1 - \frac{Q}{Q_{sat}} \right) \quad \dots \quad (3)$$

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載の解析方法の各ステップを前記情報処理装置に実行させるプログラム。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、解析方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

電子写真方式によるフルカラーやマルチカラー画像を形成するカラー画像形成装置における現像装置には、発色性や混合性といった点から非磁性トナーと磁性キャリアを混合した二成分現像剤が多く使用される。一般に用いられる現像装置は、隔壁によって区画された現像室と攪拌室で構成されており、非磁性トナーと磁性キャリアを含む二成分現像剤が収容されている。現像室、攪拌室には、各々現像スクリュウと攪拌スクリュウが設置されており、各スクリュウの搬送力により現像剤が循環する仕組みとなっている。 20

【0003】

また、本方式では、現像過程に伴いトナーが次第に減少していくので、その減少量に対応する量のトナーを現像器内に補給するトナー濃度制御装置が設けてあり、現像剤のトナー濃度を一定に保つようにしている。補給されたトナーは現像器内でキャリアと混合されることにより帯電する。また、現像器内の二成分現像剤の混合比を表すトナー濃度（即ち、キャリア及びトナーの合計質量に対するトナー質量の割合）やトナーの帯電量の空間分布は、画像品質の向上や画像濃度を安定化する上できわめて重要な要素となっている。 30

【0004】

一方、近年の開発スピードの短縮化、コスト削減の要求から、設計活動へのシミュレーションの導入が進められており、電子写真においてもシミュレーション技術の開発や適用が積極的に行われている。

【0005】

上記トナー濃度やトナー帯電量のシミュレーション技術においては、特許文献 1 に示すようにトナーの混合攪拌を流動拡散として扱いトナー濃度分布を計算する方法が提案されている。また、トナー補給に伴うトナー帯電量の計算方法についても、各補給トナーに対応する移流拡散方程式を複数計算し、さらには補給トナーを投入した時刻からの経過時間に伴う帯電量を計算する方法が提案されている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 0 7 0 2 8 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

実際の現像器においては、現像室と攪拌室でトナー帯電量の立ち上がり速度が異なるなど、現像器の位置によってトナー帯電量の付与能力が異なることが知られている。また、トナー濃度の値によってトナー帯電量が異なることも知られている。しかしながら、特許 50

文献 1 の方法では補給経過時間しか考慮できないため、現像器の位置やトナー濃度の違いによるトナー帯電量の違いを計算することはできない。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 1 の方法ではトナー補給を考慮するためには、補給回数と同じ数の移流拡散方程式を解く必要があり、計算時間が長くなる課題がある。

【 0 0 0 9 】

従って、本発明の目的は、トナー濃度に依存するトナー帯電量の違い、さらには、現像器の位置によるトナー帯電量の付与能力の違いを考慮して、トナー濃度とトナー帯電量の空間分布の時間変化を計算する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

係る課題を解決するため、本発明は以下の構成を採用する。すなわち、電子写真の現像剤におけるトナー濃度およびトナー帯電量の移流拡散モデルの解析方法であって、情報処理装置が、前記現像剤の物理量に関する条件、および、前記現像剤を用いて現像を行う現像器に関する条件を設定する設定ステップと、前記情報処理装置が、トナー濃度の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式を計算するトナー濃度計算ステップ 1 と、前記情報処理装置が、トナー帯電量の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式を計算するトナー帯電量計算ステップ 2 と、前記情報処理装置が、トナー帯電量の時間変化を表す帯電量変化式を前記現像器の各位置において計算し、トナー帯電量を更新する帯電量変化計算ステップ 3 と、を有することを特徴とする解析方法である。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、トナー濃度に依存するトナー帯電量の違い、さらには、現像器の位置によるトナー帯電量の付与能力の違いを考慮して、トナー濃度とトナー帯電量の空間分布の時間変化を計算する方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施例 1 に係わるトナー濃度分布とトナー帯電量分布の計算装置の構成図。

【図 2】実施例 1 に係わる計算の流れの好適な一例を表すフローチャート。

【図 3】実施例 1 に係わるトナー濃度分布とトナー帯電量分布の計算結果の一例。

【図 4】実施例 2 に係わるトナー濃度分布とトナー帯電量分布の計算装置の構成図。

【図 5】実施例 2 に係わる計算の流れの好適な一例を表すフローチャート。

【図 6】実施例 2 に係わるトナー濃度分布とトナー帯電量分布の計算結果の一例。

【図 7】実施例 1、2 に係わる現像器構成の一例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

< 実施例 1 >

以下に、本発明を実施するための形態について必要に応じて図面を参照しつつ詳しく説明する。実施例 1 においては、二成分現像器を構成する現像室と攪拌室間を現像剤が循環する場合について、1次元流れとみなした場合を代表例として説明する。

対象となる二成分現像器の構成の模式図を図 7 に示す。かかる二成分現像器は、電子写真の二成分現像プロセスに用いられる。図中、701 は攪拌室を、702 は攪拌室に内包されているスクリューを、703 は現像室を、704 は現像室に内包されているスクリューを表している。この 2 本のスクリューの回転によりトナーとキャリアは混合され接触して帯電するとともに回転軸の方向に搬送され、図中の矢印で示した方向に循環している。705 はトナー補給位置を表しており、現像に伴うトナーの消費を補うよう、トナーが補給される。

【 0 0 1 4 】

本発明の本質は、二成分現像器では現像剤の流れが支配的であることに着目し、トナー濃度の移流拡散方程式と、トナー帯電量の移流拡散方程式の 2 式を用いて、両者の空間分

10

20

30

40

50

布変化を表すことである。ここで、トナー濃度の移流拡散方程式においては、トナーが現像剤とともに拡散しながら移流すると仮定している。また、トナー帯電量の移流拡散方程式においては、トナーが保持している電荷がトナーの流れに従い拡散しながら移流すると仮定している。さらには、現像剤との混合によるトナー帯電量の立ち上がりを表すモデル式と連成して計算することで、現像器内のトナー濃度とトナー帯電量の空間分布の経時変化を求めることである。

【 0 0 1 5 】

以下にこれらのモデルの詳細について、より詳しく説明する。

【 0 0 1 6 】

以下の式 1 はトナー濃度の移流拡散方程式である。ここで、T は現像剤質量に対するトナー質量比であるトナー濃度を、m は現像剤の質量密度分布を、v は現像剤の流速を、D は拡散係数を表している。

【数 1】

$$\frac{\partial}{\partial t}(Tm) + \frac{\partial}{\partial x}(vTm) = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial}{\partial x} (Tm) \right) \quad \dots (1)$$

【 0 0 1 7 】

トナー濃度 T と現像剤の質量密度分布 m の積はトナーの質量密度分布を表すことから、式 1 はトナーの質量密度分布が、現像剤の移流速度や拡散係数に従い移流拡散する現象をモデル化した式となっている。

【 0 0 1 8 】

以下の式 2 はトナー帯電量の移流拡散方程式である。ここで、Q はトナーの電荷量をトナー質量で除したトナー帯電量（所謂 Q/M）を表しており、その他は式 1 と同じである。

【数 2】

$$\frac{\partial}{\partial t}(QTm) + \frac{\partial}{\partial x}(vQTm) = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial}{\partial x} (QTm) \right) \quad \dots (2)$$

【 0 0 1 9 】

トナー帯電量 Q とトナー濃度 T と現像剤の質量密度分布 m の積はトナー電荷量の空間分布を表すことから、式 2 はトナーの移流拡散に伴ってトナー電荷が移流拡散する現象をモデル化した式となっている。

【 0 0 2 0 】

トナーの帯電量はトナーと現像剤の混合に伴い時間変化することが知られており、一般には以下の式 3 に代表される指数関数的な立ち上がり式を用いる場合が多い。ここで、飽和帯電量 Q_{sat} 、時定数 τ であり、現像剤の構成や現像剤の材料特性などで決まる帯電量の付与能力を表す値である。また、t はトナーの帯電量の立ち上がり時間を表し、t が 0 の場合は帯電量が 0 の場合に相当する。

【数 3】

$$Q = Q_{sat} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad \dots (3)$$

【 0 0 2 1 】

また、式 3 を時間微分することで、t 間のトナー帯電量変化 ΔQ を以下の式 4 のよう

10

20

30

40

50

に求めることができる。この帯電量変化式を用いて、帯電量変化計算が可能になる。

【数 4】

$$\Delta Q = \frac{\Delta t Q_{sat}}{\tau} \left(1 - \frac{Q}{Q_{sat}} \right) \quad \dots \quad (4)$$

【 0 0 2 2 】

10

本発明では、式 1、式 2、及び式 4 を連成させて解くことにより、トナーが現像剤とともに移流拡散する現象、及び、トナーが現像剤と混合することにより帯電量が増加する現象を考慮し、トナー濃度やトナー帯電量の空間分布の時間変化の計算が可能となる。

【 0 0 2 3 】

本発明による好適な一例を表す装置の構成を図 1 に示す。本装置は、CPU 100、RAM 101、ディスプレイなどの表示装置 102、キーボードやマウスなどの入力部 103、ハードディスクなどの外部記憶装置 104 及びバス 105 を備える構成となっている。

【 0 0 2 4 】

20

CPU 100 は情報処理装置であり、メモリとして機能する RAM 101 に格納されたプログラムやデータを読み出し情報処理を実行することにより本発明の目的を達成する。情報処理の結果を CPU 100 が表示装置 102 に出力することにより利用可能とする。更に、上記 CPU 100 内部において、符号 100 a は制御部であり、プログラム全体を制御する。符号 100 b は計算条件設定部であり、計算条件を設定する。符号 100 c はトナー濃度計算部であり、トナー濃度に対する移流拡散方程式を解き、トナー濃度を計算する。このブロックにてトナー濃度計算ステップ 1 が実行される。符号 100 d はトナー帯電量計算部であり、トナー帯電量に対する移流拡散方程式を解き、トナー帯電量を計算する。さらには、各位置でのトナー帯電量の時間変化を表す式を解き、トナー帯電量の時間変化量を求める。このブロックにてトナー帯電量計算ステップ 2 と帯電量変化計算ステップ 3 が実行される。また、上記 RAM 101 は、プログラム 101 a、計算条件データ 101 b、トナー濃度データ 101 c、トナー帯電量データ 101 d、t 間のトナー帯電量変化データ 101 e を格納する。

30

【 0 0 2 5 】

ここで、各データの内容を説明する。計算条件データとして、現像器の流路長の長さ、現像剤の流速分布や拡散係数、現像剤の質量密度分布などの現像器を表す値がある。また、初期トナー濃度分布や初期トナー帯電量分布などのトナーの物理量に関する初期条件がある。また、計算格子数やタイムステップなどの計算条件に関する値がある。トナー濃度データとは、タイムステップ毎に計算されるトナー濃度分布であり、逐次更新されていく値である。トナー帯電量データとは、タイムステップごとに計算されるトナー帯電量分布であり、逐次更新されていく値である。t 間のトナー帯電量変化データとは、t 秒間のトナー帯電量変化量である。

40

【 0 0 2 6 】

以下、二成分現像剤のトナー濃度とトナー帯電量の計算方法の一例について説明する。具体的には二成分現像器を構成する現像室と攪拌室間を現像剤が循環する場合について、1次元流れとみなした場合を想定する。また、説明を簡単にするため、現像室と攪拌室では、流速、拡散係数、現像剤の質量密度分布は全て同じとし、式 3 乃至式 4 の時定数のみが異なるとする。具体的には現像室の方が攪拌室に比べて時定数を小さいものとする。

また、二成分現像器内のある一部分の領域のトナー濃度とトナー帯電量が、他の領域の値と異なる場合を初期条件として、現像器内のトナー濃度とトナー帯電量の空間分布の経時変化を求める。その際、トナーの補給や現像によるトナーの消費はないものとする。

50

【0027】

図2は本発明の計算方法の流れを表すフローチャートである。同図を用いて現像剤のトナー濃度分布計算方法の流れを説明する。

【0028】

(1) 計算条件設定部100bにおいて、現像剤の流速分布や拡散係数、現像剤の質量密度分布などの現像器を表す値、タイムステップや計算終了時間、計算格子などの計算条件を設定し、計算条件データ101bに格納する。また、初期トナー濃度や初期帯電量などの初期条件を設定し、トナー濃度データ101c及びトナー帯電量データ101dに格納する(ステップS201)。

【0029】

(2) 次に、トナー濃度計算部100cにおいて、計算条件データ101bとトナー濃度データ101cを用いて、式1の移流拡散方程式を解くことにより時刻tのトナー濃度分布を計算し、トナー濃度データ101cに格納する(ステップS202)。なお、計算にはCIP法を用いる。

【0030】

(3) 次に、トナー帯電量計算部100dにおいて、計算条件データ101bとトナー濃度データ101c、トナー帯電量データ101dを用いて、式2の移流拡散方程式を解く。これにより時刻tのトナー帯電量分布を計算し、トナー帯電量データ101dに格納する(ステップS203)。なお、計算にはCIP法を用いる。

【0031】

(4) 次に、計算条件データ101bとトナー帯電量データ101dを用いて、式4を用いて各計算格子でのt秒間のトナー帯電量の変化分Qを計算し、t間のトナー帯電量変化データ101eに格納する(ステップS204)。

【0032】

(5) 次に、トナー帯電量データ101dとt間のトナー帯電量変化データ101eの和を求め、トナー帯電量データ101dに格納する(ステップS205)。

【0033】

(6) 計算時間が、(1)において設定した計算終了時間になっているか判定し、真であれば時間を更新し、(2)に戻る(ステップS206 = Yes、S207)。偽であれば、計算を終了する。

【0034】

図3は、実施に計算したトナー濃度分布とトナー帯電量分布の計算結果の一例である。攪拌室のトナー帯電量の時定数(式4における)のみが異なる2ケースを計算しており、Case2はCase1に比べて時定数が大きい場合に相当する。その他の計算条件はCase1とCase2で同じである。すなわち、攪拌室の一部の領域ではトナー濃度が12wt%、同じ位置の帯電量が21 μ C/gである。その他の領域ではトナー濃度が8wt%、トナー帯電量が35 μ C/gで均一になっている場合を初期条件として計算した結果である。

【0035】

図3(a)~(e)はトナー濃度分布の時間変化を表しており、縦軸はトナー濃度、横軸は現像器内での搬送方向の位置を表している。(f)~(i)はトナー帯電量分布の時間変化を表しており、縦軸はトナー帯電量、横軸は現像器の位置を表している。全てのグラフにおいて、横軸の左半分は攪拌室を、右半分は現像室を表している。現像剤は左から右方向へ搬送しており、現像室の右端の剤は攪拌室の左端へと循環する。また、グラフは時間毎に示してあり、0~4secまでの時間推移を示している。

【0036】

図からわかるように、トナー濃度は、Case1、Case2とも、同様に変動し、時間が経つにつれて拡散しながら搬送されていき、平坦な分布に近づいているのがわかる。一方、トナー帯電量については、攪拌室の時定数が小さいCase1の方が、同じ時刻で比較したときのCase2に比べて帯電量が大きいことがわかる。このように、現像器内の搬送方向の位置によってトナー帯電量の付与能力が異なる場合について、その違いを計算できていることが

10

20

30

40

50

わかる。

【0037】

以上、説明してきたように、本発明ではトナー濃度とトナー帯電量の移流拡散モデルとトナー混合による帯電量モデルを用いて解析をおこなう。これにより、現像器の位置によるトナー帯電量の付与能力の違いを考慮して、トナー濃度とトナー帯電量の空間分布の時間変化を計算することが可能となる。

【0038】

なお、本実施例においては、循環方向への1次元流れとみなした場合について説明してきたが、縦攪拌型の現像器のように、流路が分岐や合流する場合に対しても適用可能である。また、式1と式2に、2次元や3次元の移流拡散方程式を適用することにより、循環方向の1次元流れだけでなく、循環方向に対して断面方向の流れを考慮することができる。

10

【0039】

すなわち、式2に適用した場合、トナーの帯電量の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式は、以下の式5で表される。ここで、トナー帯電量 Q 、現像剤質量に対するトナー質量比 T 、現像剤の質量密度分布 m 、現像剤流速 v 、拡散係数 D とする。

【数5】

$$\frac{\partial}{\partial t}(QTm) + \nabla \cdot (vQTm) = \nabla \cdot (D\nabla(QTm))$$

20

... (5)

【0040】

また、式1に適用した場合、トナーとキャリアの混合比(トナー濃度)の空間分布の時間変化を表す移流拡散方程式は、以下の式6で表される。ここで、現像剤質量に対するトナー質量比 T 、現像剤の質量密度分布 m 、現像剤流速 v 、拡散係数 D とする。

【数6】

$$\frac{\partial}{\partial t}(Tm) + \nabla \cdot (vTm) = \nabla \cdot (D\nabla(Tm))$$

30

... (6)

【0041】

また、現像剤の流速や拡散係数、現像剤の質量密度分布が現像器内の位置によって異なる場合や、帯電量の時定数だけでなく飽和帯電量が異なる場合についても、式1乃至式4で用いる各値を位置ごとに設定することで、容易に考慮することができる。これにより、様々な構成の現像器に対しても本発明を容易に適用することが可能である。

【0042】

また、本実施例では、現像剤の流速や拡散係数、現像剤の質量密度分布は既知としているが、これらの時間変化を表す式を連成させて計算することも可能である。これにより、現像剤の排出機構に伴い現像剤の質量密度分布などが時間的に変化する場合についても、本発明を用いてトナー濃度や帯電量を計算することができる。

40

【0043】

また、式3乃至式4に示す指数関数型の帯電特性を表す式を用いて説明しているが、本発明ではそれに限らない。実際にはトナー濃度とトナー帯電量は相関することが知られているが、トナー濃度依存性を考慮したトナー帯電量のモデル式を用いるなど、帯電量に関する他のモデル式を用いることで、より多くの因子を考慮した計算が可能となる。

【0044】

なお、本実施例においては、式1、式2、及び式4を順番に計算するとして説明しているが、順番を入れ替えても計算可能である。例えば、フローにおいて式2を式1より先に

50

計算する場合、一つ前に (t 秒前のループで) 式 1 により求めたトナー濃度を用いてトナー帯電量の計算を行うことになる。

【0045】

また、式 1 と式 2 を連立方程式として同時に計算する方法を用いてもよい。具体的には、式 1 と式 2 におけるトナー帯電量とトナー濃度を未知数とした連立方程式をニュートン法などの方法で解くことにより、各時刻におけるトナー濃度とトナー帯電量を求めることが可能である。さらには、式 1、式 2、及び式 4 の 3 つの方程式を連立させて一度に計算する数値計算方法を用いて計算してもよい。

【0046】

また、本実施例においては、移流拡散方程式を解く際に CIP 法を用いたが、数値計算の差分スキームは多々有り、風上差分、Leap-Frog スキーム、Lax-Wendroff スキーム、流束制限法などの他の差分スキームを用いても構わない。

10

【0047】

また、トナー帯電量がトナー濃度に依存する場合は、その影響を考慮することで対応可能である。具体的にはトナー濃度に依存した時定数 τ や飽和帯電量 Q_{sat} の値を用いて、式 4 を計算する方法などが考えられる。

【0048】

<実施例 2 >

実施例 1 では、トナーの補給や現像によるトナー消費はないものとしていた。本実施例 2 においては、トナー補給や現像によるトナー消費を考慮した方法を説明する。なお、実施例 2 の本質は、補給位置や消費位置のトナー濃度とトナー帯電量を、補給条件や消費条件に従って補正する処理を設けることである。

20

【0049】

以下に、実施例 1 の形態を参照に、トナー補給や現像によるトナー消費を考慮した方法を説明する。

【0050】

本発明による好適な一例を表す装置の構成を図 4 に示す。図中、100 ~ 105、及び 100a ~ 100d は図 1 と同じであるので説明を省略する。図 401 は補給・消費計算部であり、補給や消費の条件に従い、補給位置や消費位置のトナー濃度とトナー帯電量を補正する。なお、計算条件データには、実施例 1 のデータに加えて、トナー補給条件や現像に伴うトナー消費条件が追加されている。

30

【0051】

以下、二成分現像剤のトナー濃度とトナー帯電量の計算方法の一例について説明する。具体的には実施例 1 と同様の条件に加えて、トナー補給を考慮した場合を想定して説明する。

【0052】

図 5 は本発明の計算方法の流れを表すフローチャートである。同図を用いて現像剤のトナー濃度分布計算方法の流れを説明する。なお、S202 ~ S207 は実施例 1 と同じであるので、ここでは違いのみを説明する。

【0053】

(1) 計算条件設定部 100b においては、実施例 1 の計算条件設定に加えて、トナーの補給条件である補給位置、補給量、補給タイミング等を設定し、計算条件データ 101b に格納する (ステップ S201)。

40

【0054】

(2) 補給・消費計算部 401 において、計算条件データ 101b をもとに、現時刻でトナーを補給するかどうかを判断する (ステップ S501)。真の場合、計算条件データ 101b、トナー濃度データ 101c、トナー帯電量データ 101d を用いて補給位置に相当する計算格子のトナー濃度とトナー帯電量を補正する。そして補正後の値をトナー濃度データ 101c とトナー帯電量データ 101d に格納する (ステップ S502)。具体的には、補給位置のトナー濃度と補給されたトナー量をもとに、補給後のトナー濃度を算

50

出する。また、トナー帯電量については、補給位置のトナー帯電量と補給トナーの初期帯電量の重量比から、補給後のトナー帯電量を算出する。

【0055】

図6は、図3の計算条件に加えて、計算開始2.5秒後に帯電量が0のトナーを補給した場合の計算結果を示す。図からわかるように、トナー補給によるトナー濃度とトナー帯電量の時間推移を計算できていることがわかる。

【0056】

以上、説明してきたように、本発明ではトナー補給を考慮した場合においても、トナー濃度とトナー帯電量の移流拡散モデルとトナー混合による帯電量モデルを用いて解析を行う。これにより、現像器の位置によるトナー帯電量の付与能力の違いや、トナー濃度に依存するトナー帯電量の違いを考慮して、トナー濃度とトナー帯電量の空間分布の時間変化を計算するなどのトナー補給補正が可能となる。

【0057】

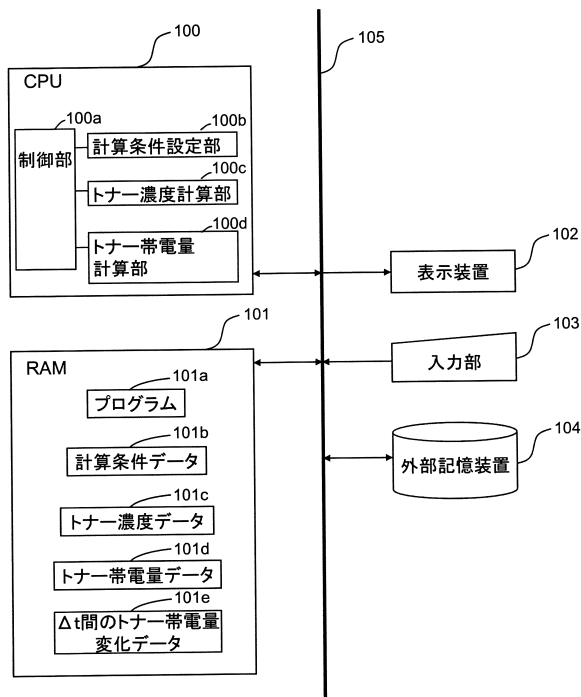
なお、本実施例ではトナー補給のみを考慮しているが、同様の方法を用いることでトナー消費も容易に考慮することができる。すなわち、トナーの消費条件である消費位置、消費量、消費タイミング等を設定し、トナー濃度やトナー帯電量の補正を行う。これにより、画像条件に伴うトナー濃度やトナー帯電量の変化を予測したトナー消費補正をすることが可能となる。

【符号の説明】

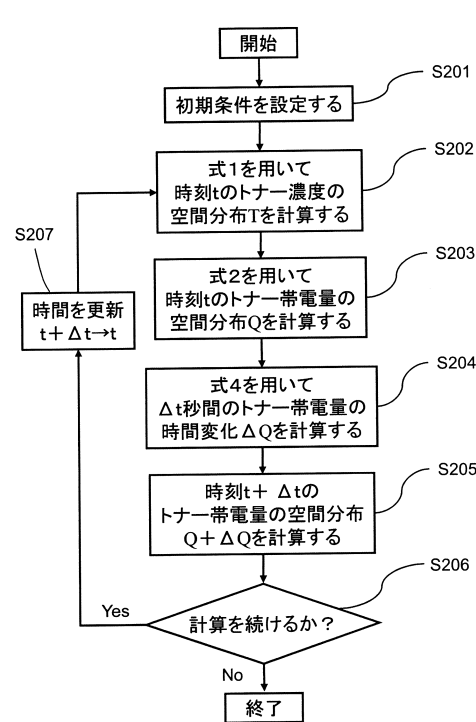
【0058】

100a：制御部，100b：計算条件設定部，100c：トナー濃度計算部，100d：トナー帯電量計算部，101：RAM，101a：プログラム，101b：計算条件データ，101c：トナー濃度データ，101d：トナー帯電量データ，101e：t間のトナー帯電量変化データ

【図1】



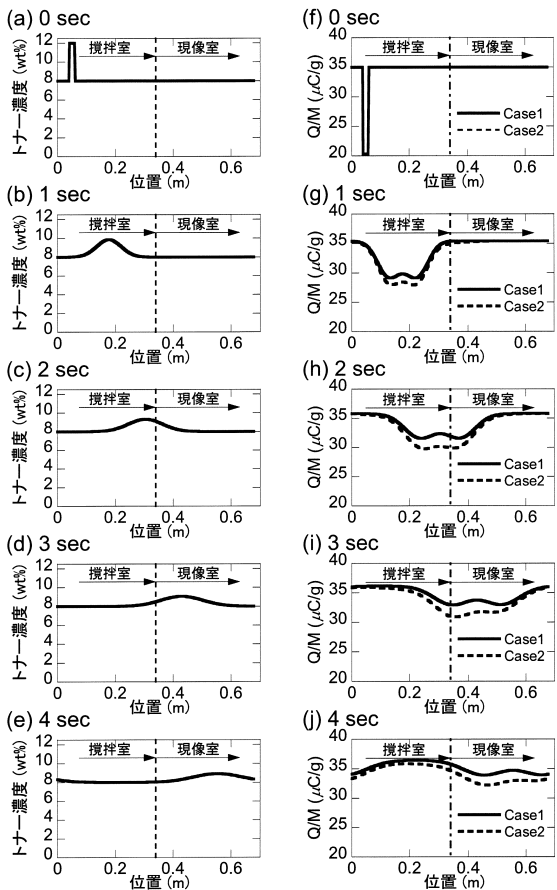
【図2】



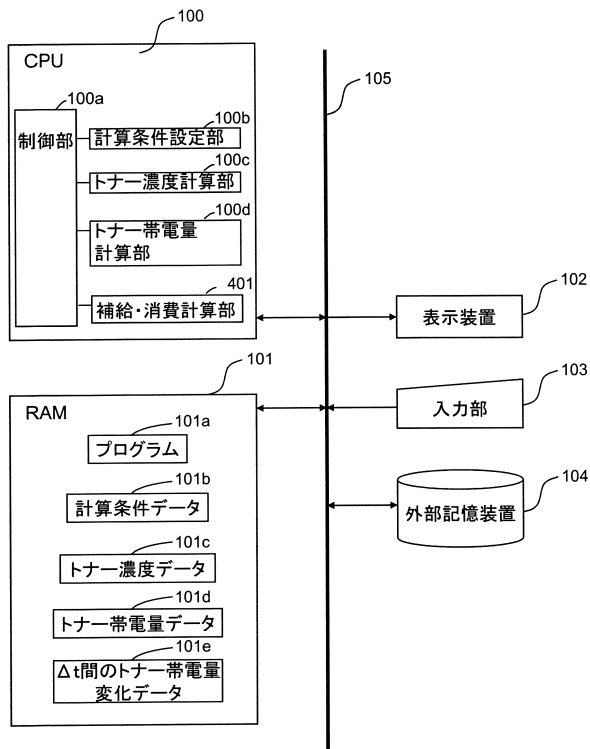
10

20

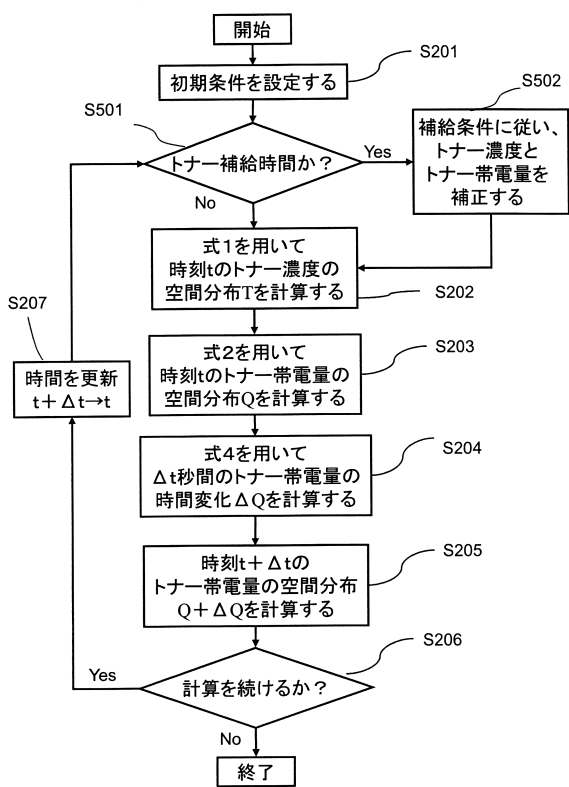
【図3】



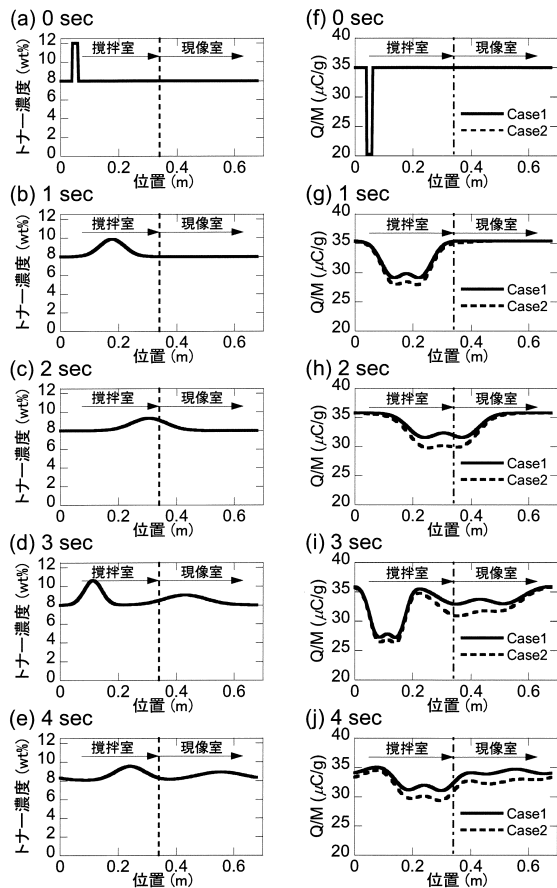
【図4】



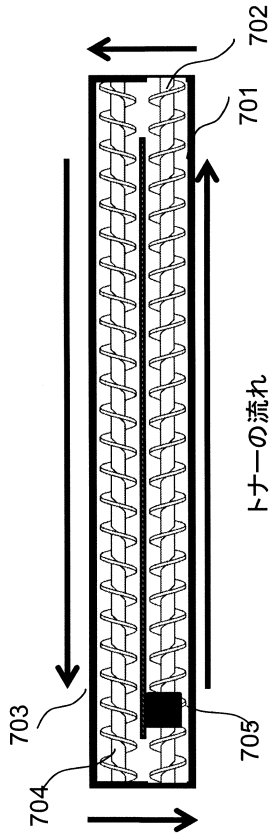
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 関根 直樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 永井 新吾
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 山本 一

- (56)参考文献 特開2005-070282(JP,A)
特開2010-102317(JP,A)
塚本 武雄, 移流拡散モデルによる現像器内二成分現像剤トナー濃度分布のシミュレーション, Japan Hardcopy 2001 論文集, 日本, 日本画像学会, 2001年 6月11日, pp.237-240
石川恵美子他2名, 2成分現像器の帯電量予測シミュレーション, 日本画像学会誌, 日本, 日本画像学会, 2012年 8月10日, 第51巻 第4号, pp.333-339
日高 重助, 現像剤帯電挙動ならびに流動挙動の粒子要素法シミュレーション, 日本画像学会誌, 日本, 日本画像学会, 2004年 6月10日, 第43巻 第3号, pp.156-163

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03G 15/08

G03G 21/00

CiNii

JSTPlus(JDreamIII)

JST7580(JDreamIII)